С. Р. Баширов, А. С. Баширов

Бытовая электроника

Занимательные устройства своими руками



Более 30 реально работающих схем



РАДИОЭЛЕКТРОНИКА
Профессиональный подход для всех

С. Р. Баширов, А. С. Баширов

Бытовая электроника

Занимательные устройства своими руками

«Эксмо» Москва 2008

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА

УДК 621.396
ББК 32
Б 33

Оформление серии Ю.В. Щербакова

Серия основана в 2007 году

Баширов С. Р.

Б 33 Бытовая электроника. Занимательные устройства своими руками / С. Р. Баширов, А. С. Баширов. — М. : Эксмо, 2008. — 176 с. — (Радиоэлектроника).

ISBN 978-5-699-23966-5

В книге представлены различные конструкции, которые, как надеются авторы, будут интересны не только опытным, но и начинающим радиолюбителям. Для удобства при повторении конструкций приведены рисунки печатных плат, даны тексты программ и «прошивки» контроллеров и применяемых ПЗУ. Вся необходимая дополнительная информация приведена на прилагаемом к книге диске

Данная книга предназначена для специалистов, а также для подготовленных и начинающих радиолюбителей.

УДК 621.396
ББК 32

ISBN 978-5-699-23966-5

Оглавление

Предисловие стр. 5

Глава 1. Регуляторы мощности стр. 6

1.1. Простой регулятор мощности стр. 6

1.2. Регулятор мощности на микросхеме КР1182ПМ1 стр. 7

1.3. Сенсорный регулятор освещения стр. 10

1.4. Цифровой регулятор мощности с дистанционным управлением стр. 12

1.5. Акустический выключатель освещения стр. 18

Глава 2. Электронные кодовые замки стр. 23

2.1. Простой электронный кодовый замок стр. 23

2.2. Электронный кнопочный кодовый замок стр. 29

2.3. Кодовый замок с ИК-ключом стр. 34

2.4. Кодовый замок с ключом iBUTTON стр. 43

Глава 3. Электронные часы-будильник стр. 54

Глава 4. Электронные музыкальные звонки на УМС-7 стр. 59

4.1. Миниатюрный звонок на УМС-7(8) стр. 59

4.2. Квартирный звонок на УМС-7(8) с питанием от сети стр. 60

Глава 5. Программируемый музыкальный автомат стр. 64

Глава 6. Программируемые «говорящие» автоматы (синтезаторы речи) стр. 70

6.1. 8-битный программируемый «говорящий» автомат стр. 70

стр. 72 6.2. 4-битный программируемый «говорящий» автомат
стр. 75 6.3. 8-битный программируемый «говорящий» автомат с несколькими банками памяти
стр. 80 **Глава 7. Миниатюрный блок питания**
стр. 83 **Глава 8. Блок питания для переносной аппаратуры**
стр. 87 **Глава 9. Схемы на сверхъярких светодиодах**
стр. 87 9.1. Светодиодный электронный фонарь
стр. 90 9.2. Миниатюрный электронный фонарь
стр. 92 9.3. Светодиодные светильники
стр. 96 **Глава 10. Переносной УКВ-приемник**
стр. 99 **Глава 11. Радиомикрофоны**
стр. 99 11.1. Простой радиомикрофон на транзисторах
стр. 100 11.2. Радиомикрофон на микросхеме MC2833
стр. 105 **Глава 12. Беспроводные стереотелефоны**
стр. 116 **Глава 13. «Интеллектуальное» зарядное устройство**
стр. 131 **Глава 14. Миниатюрная система видеонаблюдения**
стр. 135 **Глава 15. Микроконтроллерная система ДУ**
стр. 155 **Глава 16. Мультиметр с автоматическим выбором пределов измерения**
стр. 165 **Глава 17. Программаторы**
стр. 165 17.1. Программатор AVR
стр. 169 17.2. Программатор PIC
стр. 174 **Заключение**

Предисловие

Современный дом трудно представить без электронных бытовых устройств. Бытовая электроника не только облегчает выполнение рутинной работы по дому, но и дает простор для творчества радиолюбителям. Появление новых электронных компонентов (прежде всего микроконтроллеров) позволяет радиолюбителям легко решать такие задачи, которые раньше были по плечу только профессиональным разработчикам.

В книге приведено несколько конструкций, которые, как надеются авторы, будут интересны не только опытным, но и начинающим радиолюбителям. Для удобства при повторении конструкций приведены рисунки печатных плат, даны тексты программ и «прошивки» контроллеров и применяемых ПЗУ. Вся необходимая дополнительная информация приведена на прилагаемом к книге диске.

Глава 1
Регуляторы мощности

Регуляторы широко применяются как в практике радиолюбителя, так и в повседневной жизни. Применение регуляторов позволяет не просто регулировать мощность в нагрузке, но и более экономно расходовать электроэнергию, а также значительно продлить срок службы приборов, совместно с которыми применяются регуляторы.

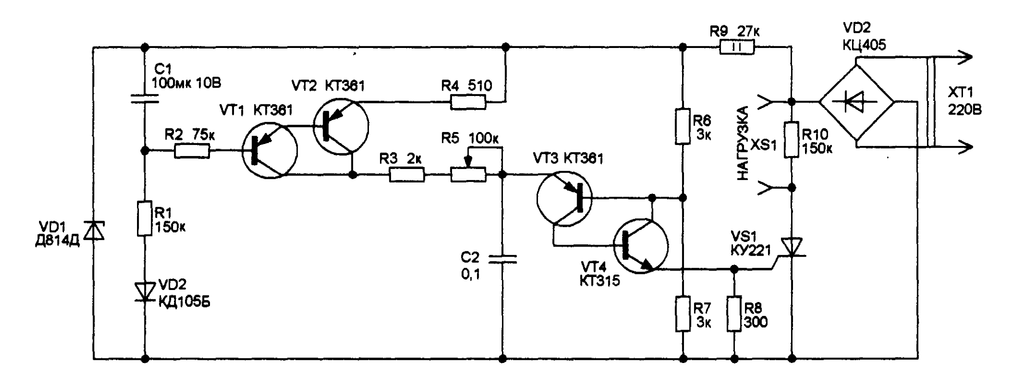
1.1. Простой регулятор мощности

Простой тиристорный регулятор мощности изображен на рис. 1.1. Регулятор позволяет регулировать мощность до 150 Вт.

Функционально регулятор можно разделить на три части: генератор импульсов (на элементах C1, VD2, R1–R8, C2), схему питания генератора (VD1, R9) и собственно регулятор мощности (R10, VS1).

Работает регулятор следующим образом. Напряжение сети поступает на диодный мост VD3 и далее через гасящий резистор R9 — на генератор импульсов. Стабилитрон VD1 ограничивает поступающее на генератор напряжение до 11–15 В. На элементах VT3, VT4 собран аналог однопереходного транзистора. Элементами R5, C2 образована времязадающая цепь. Пропорционально изменению сопро-

Рис. 1.1



тивления резистора R5 меняется скважность управляющих импульсов на тиристоре VS1 и, соответственно, отдаваемая в нагрузку мощность.

Достоинства данной схемы: простота, отсутствие дефицитных и дорогих комплектующих, достаточно высокая надежность и некритичность к параметрам сети.

Недостатки: повышенный уровень помех.

Печатная плата регулятора (со стороны печатных проводников) приведена на рис. 1.2, расположение элементов на плате — на рис. 1.3.

1.2. Регулятор мощности на микросхеме КР1182ПМ1

Интегральные регуляторы мощности имеют неоспоримые преимущества перед регуляторами на дискретных элементах. Прежде всего это касается простоты применения и удобства в использовании. Наибольшее распространение получил интегральный регулятор мощности КР1182ПМ1.

Рис. 1.2

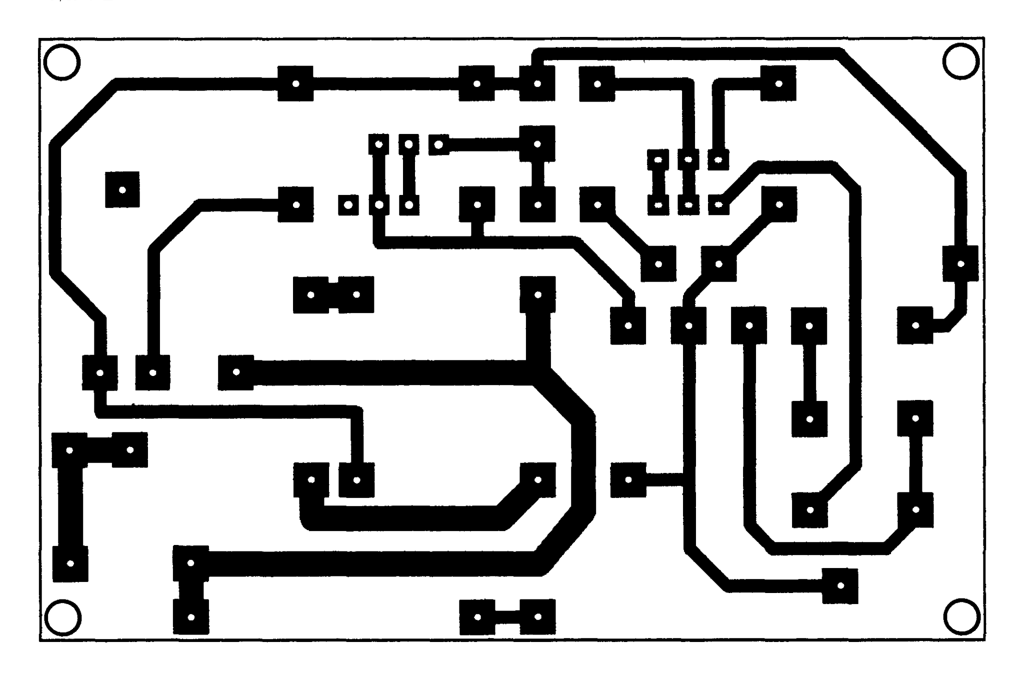
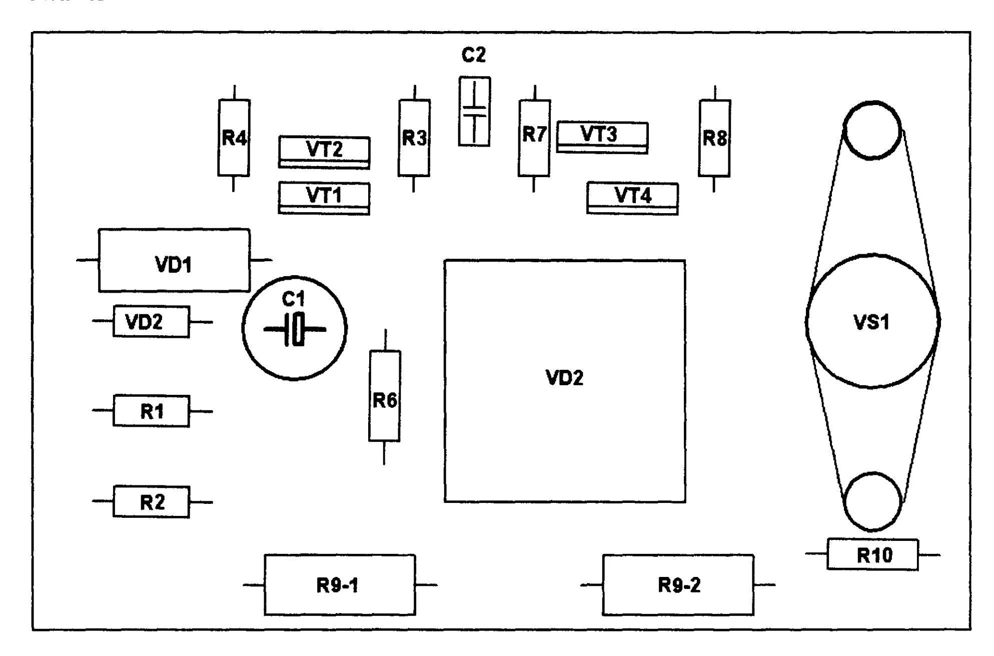


Рис. 1.3



Основные электрические параметры микросхемы

Напряжение питания (амплитудное значение)	400 В
Рабочее напряжение	80–276 В
Ток нагрузки	до 1,2 А
Мощность нагрузки	до 150 Вт
Частота сети	40–70 Гц
Напряжение насыщения открытого тиристора	< 2 В
Ток потребления	< 2 мА
Рассеиваемая мощность	1–4 Вт
Диапазон рабочих температур	−40....+70°С

Основное назначение микросхемы — плавное включение и выключение электрических ламп накаливания, регулировка яркости. Удобно также применять ее для регулировки мощности паяльника.

Микросхема может применяться для регулировки скорости вращения электродвигателей мощностью до 150 Вт (швейные машинки, вентиляторы и т.д.).

Типовая схема включения микросхемы приведена на рис. 1.4.

На рис. 1.5 приведена схема включения, позволяющая увеличить регулируемую мощность до 1 кВт. Если применить более мощный тиристор, то регулируемая мощность будет ограничена только применяемым тиристором.

На рис. 1.6 приведена схема для плавного включения и выключения лампы накаливания. Такое включение лампы существенно (в 10 и более раз!) продлевает срок службы лампы.

Рис. 1.4

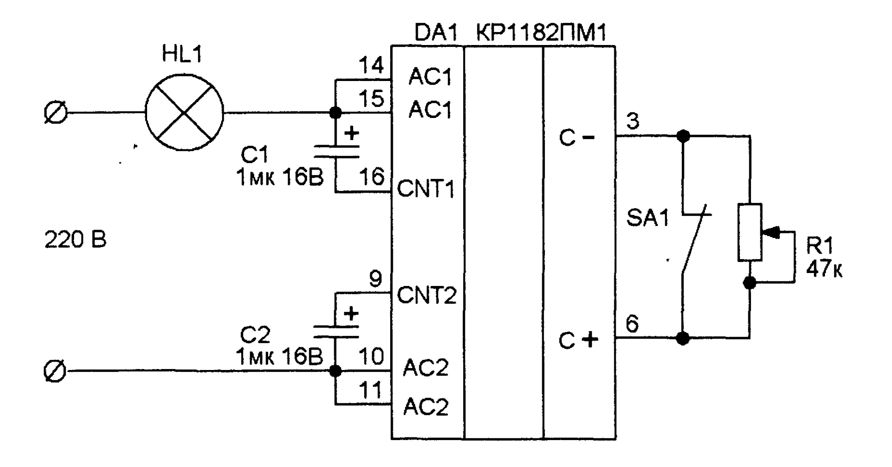


Рис. 1.5

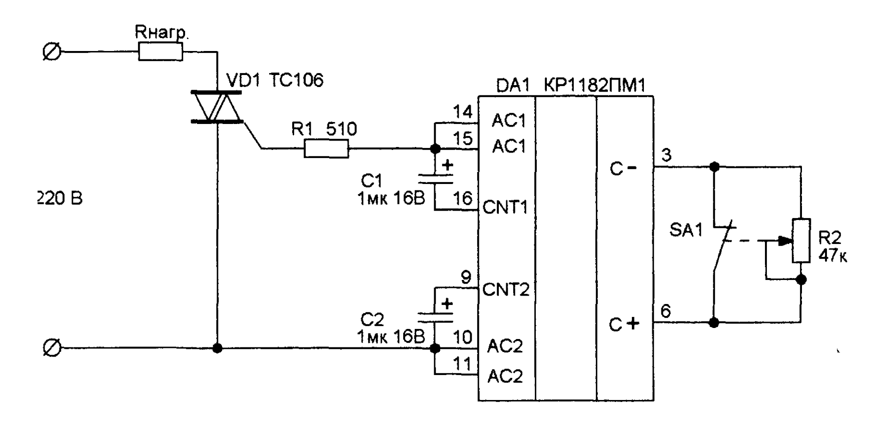
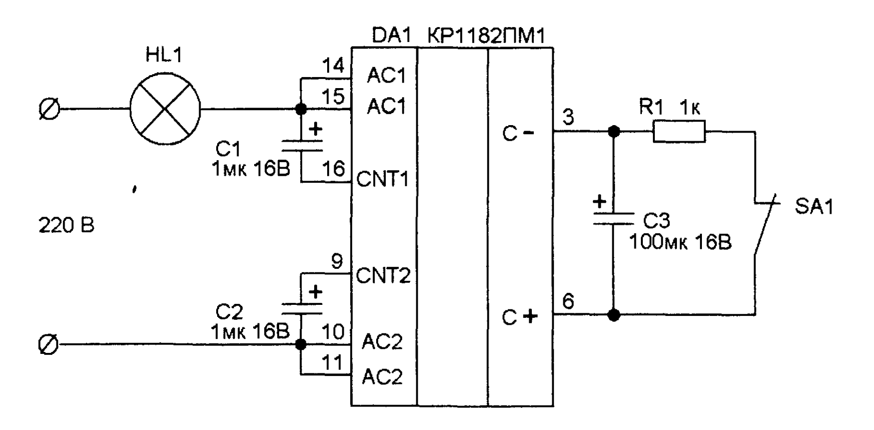


Рис. 1.6



Включив в цепь управления регулятора (выводы 3 и 6) фототранзистор, можно создать простейший регулятор освещения. Лампа не горит, когда фототранзистор освещен, и зажигается, когда свет не попадает на фототранзистор. Схема регулятора с фототранзистором приведена на рис. 1.7.

Рисунок печатной платы приведен на рис. 1.8.

Рис. 1.7

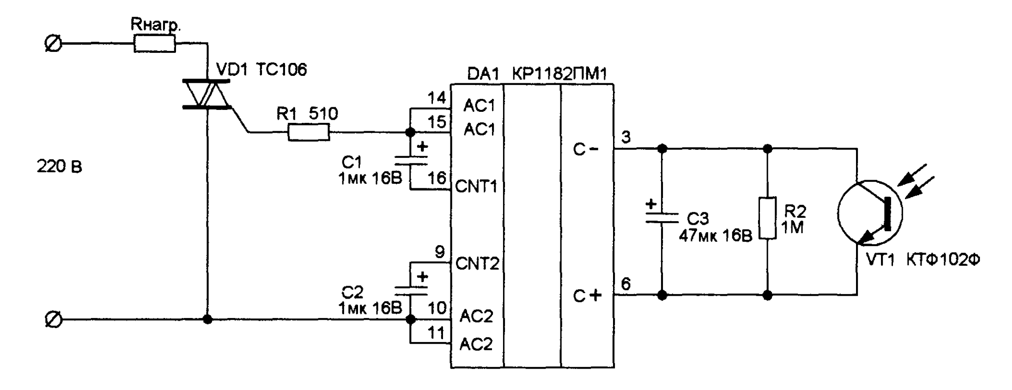
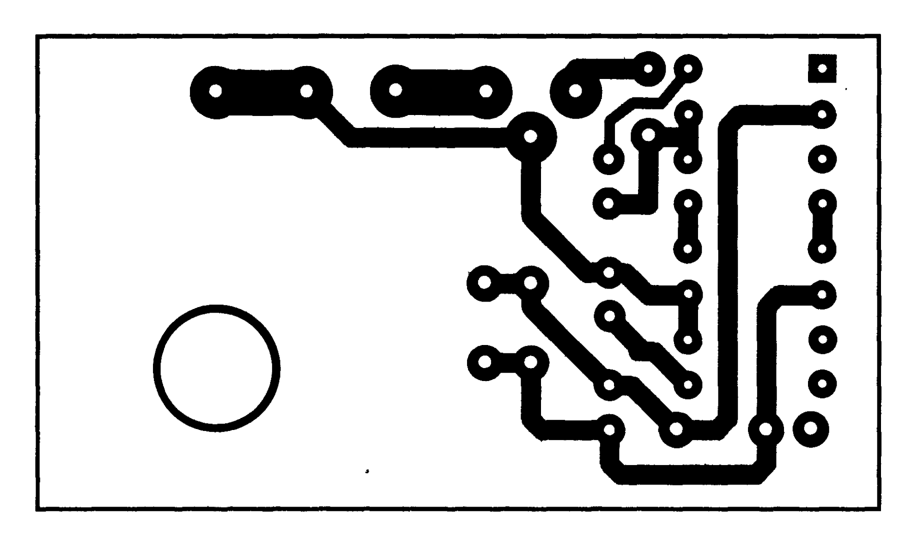


Рис. 1.8



1.3. Сенсорный регулятор освещения

На базе микросхемы КР1182ПМ1, добавив всего две логические микросхемы, можно построить простой сенсорный регулятор освещения.

Рис. 1.9

DD2 К561ИЕ11
CT2
D0 D1 D2 D3 C R WR ±1 CRI
Q0 Q1 Q2 Q3 Uss Udd CR0
DD1.1 DD1.2 DD1.3 DD1.4
C3 47н
R5 1,3M
C4 10мк 25В
C1 390
R6 5,1M
R8 300к
УПР:"+"
R1 470к
R3 470к
VD1 КД522
C5 0,1
R9 1,3M
XT1
C2 390
R7 5,1M
УПР:"-"
R2 470к
R4 470к
R10 470к
VD2 КД522
C6 47н
C8 10мк 25В
R15 33к
R11 180к
R12 82к
R13 39к
R14 20к
C7 220мк 25В
VD3 КС168А
VD4 КД243
DA1 КР1182ПМ1
–C +C AC1 AC1 CNT1 CNT2 AC2 AC2
C9 1мк 50В
C10 1мк 50В
R17 510
HL1
VS1 ТС106
XT2 220В
R16 39к

Принципиальная схема регулятора приведена на рис. 1.9. На элементах DD1.1, DD1.2, R5, C3 построен тактовый генератор. Счетчик DD2, резисторы R11–R14 и конденсатор C8 образуют электронный регулятор уровня, а на элементах DD1.3, DD1.4, R3–R10, C2, C4–C6, VD1, VD2 выполнены элементы управления регулятором. На элементах R16, VD3, VD4, C7 построен простейший бестрансформаторный блок питания.

Рассмотрим работу регулятора более подробно.

При подаче напряжения происходит установка счетчика в исходное состояние и заряжается конденсатор C4. На входах элемента DD1.3 появляется уровень логической единицы и, соответственно, на выводе 1 счетчика (установка) – также уровень логической единицы. Происходит запись кода в счетчик (при первоначальном включении – 0000). При касании сенсорного вывода «УПР +» на выводе 10 счетчика (направление счета) появляется высокий уровень, а на выводе 10 (установка) – низкий. Тактовые импульсы, поступающие с тактового генератора на вывод 15 (счетный) DD2, изменяют (увеличивают код) состояние выводов счетчика и, соответственно, уровень сигнала на управляющих входах DA1. Резисторы R11–R14 и конденсатор C8 образуют простейший 4-разрядный цифроаналоговый преобразователь (ЦАП). При отсутствии касания сенсора на выводе 1 счетчика появляется уровень логической единицы. Происходит запись последнего (перед отпусканием сенсора) кода с выходов счетчика. Таким образом фиксируется желаемый уровень яркости светильника.

При касании сенсорного вывода «УПР –» все повторяется с той лишь разницей, что на выводе 10 счетчика (направление счета) устанавливается уровень логического нуля и, соответственно, код уменьшается вплоть до полного погасания лампы.

Рисунок печатной платы сенсорного регулятора освещения приведен на рис. 1.10, а расположение элементов на печатной плате – на рис. 1.11.

ВНИМАНИЕ! СХЕМА ИМЕЕТ БЕСТРАНСФОРМАТОРНОЕ ПИТАНИЕ ОТ СЕТИ. ПРИ НАЛАДКЕ УСТРОЙСТВА НЕОБХОДИМО СОБЛЮДАТЬ ПРАВИЛА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ!

1.4. Цифровой регулятор мощности с дистанционным управлением

Появление недорогих микроконтроллеров позволяет встраивать их практически в любые домашние устройства. Эксплуатационные удобства регулятора мощности на КР1182ПМ1 можно значительно повысить, если снабдить его цифровым регулятором на микроконтроллере с дистанционным управлением.

Рис. 1.10

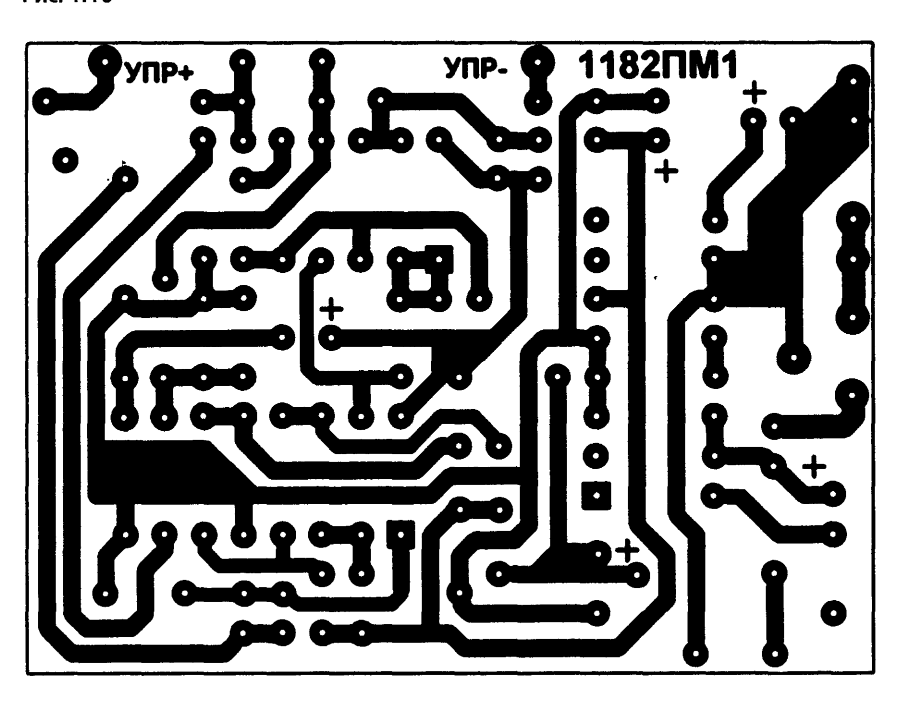


Рис. 1.11

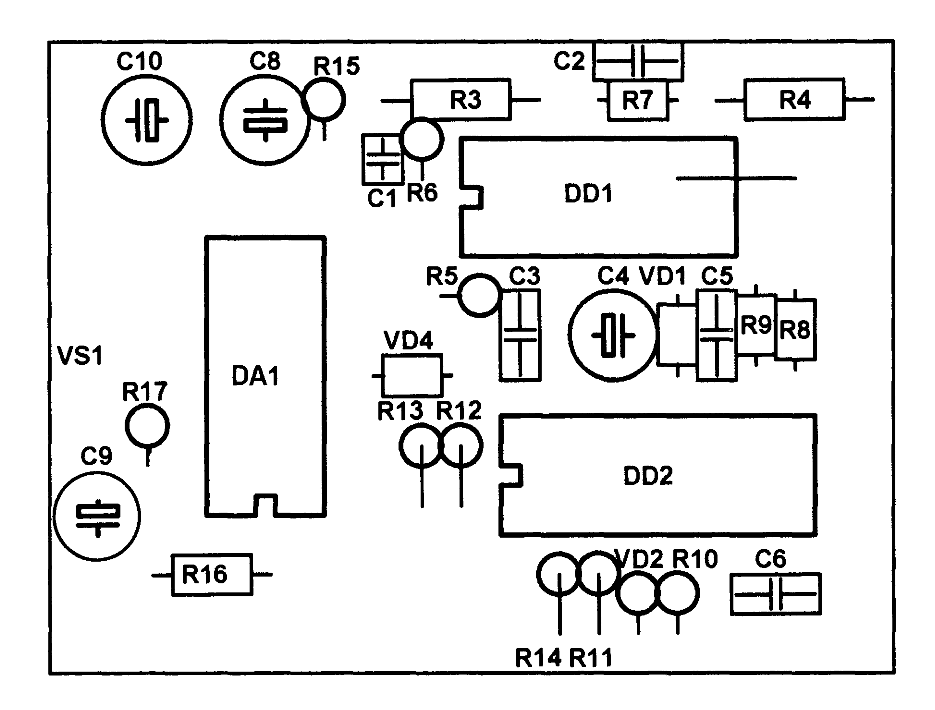


Рис. 1.12

Вариант схемы такого регулятора приведен на рис.1.12. В качестве управляющего контроллера выбран популярный недорогой микроконтроллер фирмы ATMEL ATTiny2313. Рассмотрим схему цифрового регулятора более подробно.

К портам PD3 и PD5 контроллера подключены кнопки SB1 и SB2, с помощью которых осуществляется ручная регулировка мощности. К портам PB0, PB1, PB2 подключены адресные входы мультиплексора. Мультиплексор DD4 вместе с резисторами R3–R9 образует «цифровой потенциометр». При изменении кода на адресных входах к выходу мультиплексора поочередно подключаются резисторы R3–R9, соответственно изменяя сопротивление между выводами 3 и 6 интегрального регулятора DA1.

Порт PD5 используется для подключения внешнего фотоприемника ИК-сигналов дистанционного управления. Фотоприемник DA2 – типа К1056УП1 в стандартном включении. Можно применить и зарубежный аналог TBA2800 без изменения рисунка печатной платы.

В качестве протокола для дистанционного управления выбран протокол RC5. Выбор данного протокола обусловлен следующими соображениями. Во-первых, это один из самых распространенных протоколов не только в мире, но и в нашей стране. Во-вторых, данный протокол поддерживается разработчиками фирмы ATMEL и для его реализации можно использовать готовые библиотеки. Для дистанционного управления регулятором можно использовать любой пульт ДУ, поддерживающий протокол RC5. В частности, можно использовать пульты для телевизоров PHILIPS, LG и других. Из отечественных – любой, использующий данный протокол. Используются кнопки, регулирующие уровень громкости: нажатие на кнопку увеличения громкости приводит к увеличению мощности (яркости), нажатие на кнопку уменьшения громкости приводит к снижению мощности вплоть до полного выключения.

Рисунок печатной платы сенсорного регулятора освещения приведен на рис. 1.13, а расположение элементов на печатной плате – на рис. 1.14.

Исходный текст программы с комментариями для управления контроллером приведен в таблице 1.1, HEX – файл для записи в контроллер – в таблице 1.2.

На рис. 1.15 приведена еще одна схема цифрового регулятора мощности. В качестве управляющего контроллера применен контроллер ATTiny12. Эту схему можно применять, когда используется только дистанционное управление.

Поскольку управляющая схема потребляет сравнительно небольшой ток, для питания схемы вполне можно использовать бестрансформаторный блок питания.

ВНИМАНИЕ! СХЕМЫ ИМЕЮТ БЕСТРАНСФОРМАТОРНОЕ ПИТАНИЕ ОТ СЕТИ. ПРИ НАЛАДКЕ УСТРОЙСТВ НЕОБХОДИМО СОБЛЮДАТЬ ПРАВИЛА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ.

Таблица 1.1

```
.include «tn2313def.inc»
.ORG 000
.def tmp =r16                  ;
.def code =r17                 ;В регистре code хранится код уровня яркости
.def comm =r18                 ;В регистре comm хранится код операции
```

Рис. 1.13

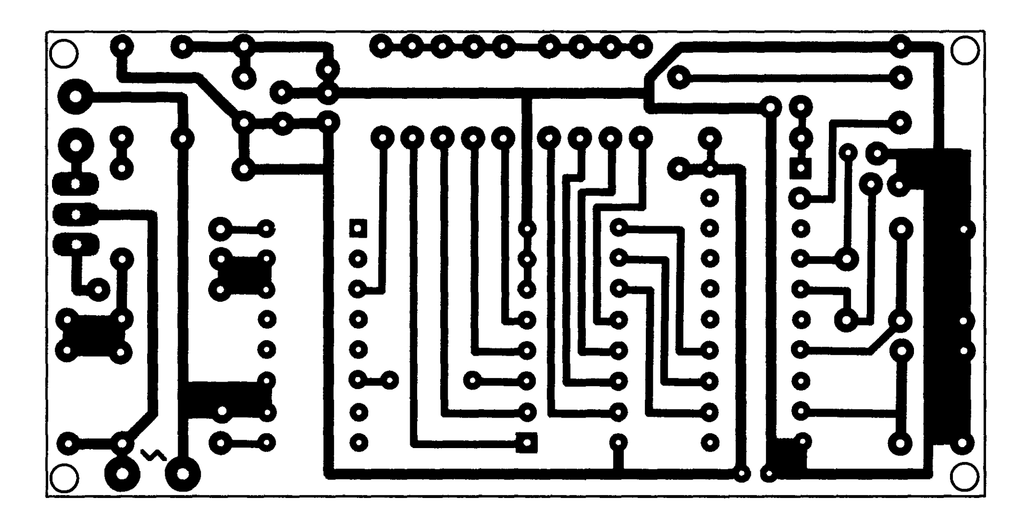


Рис. 1.14

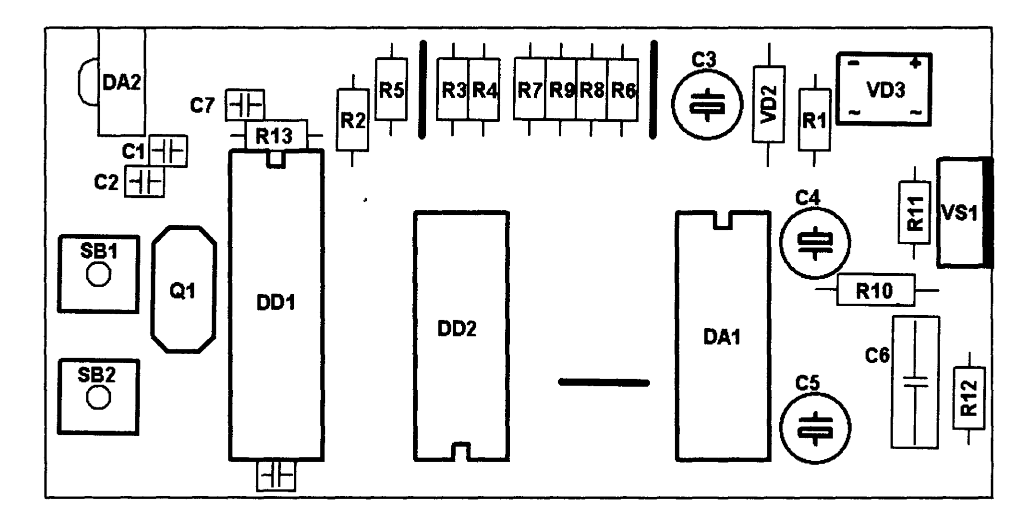
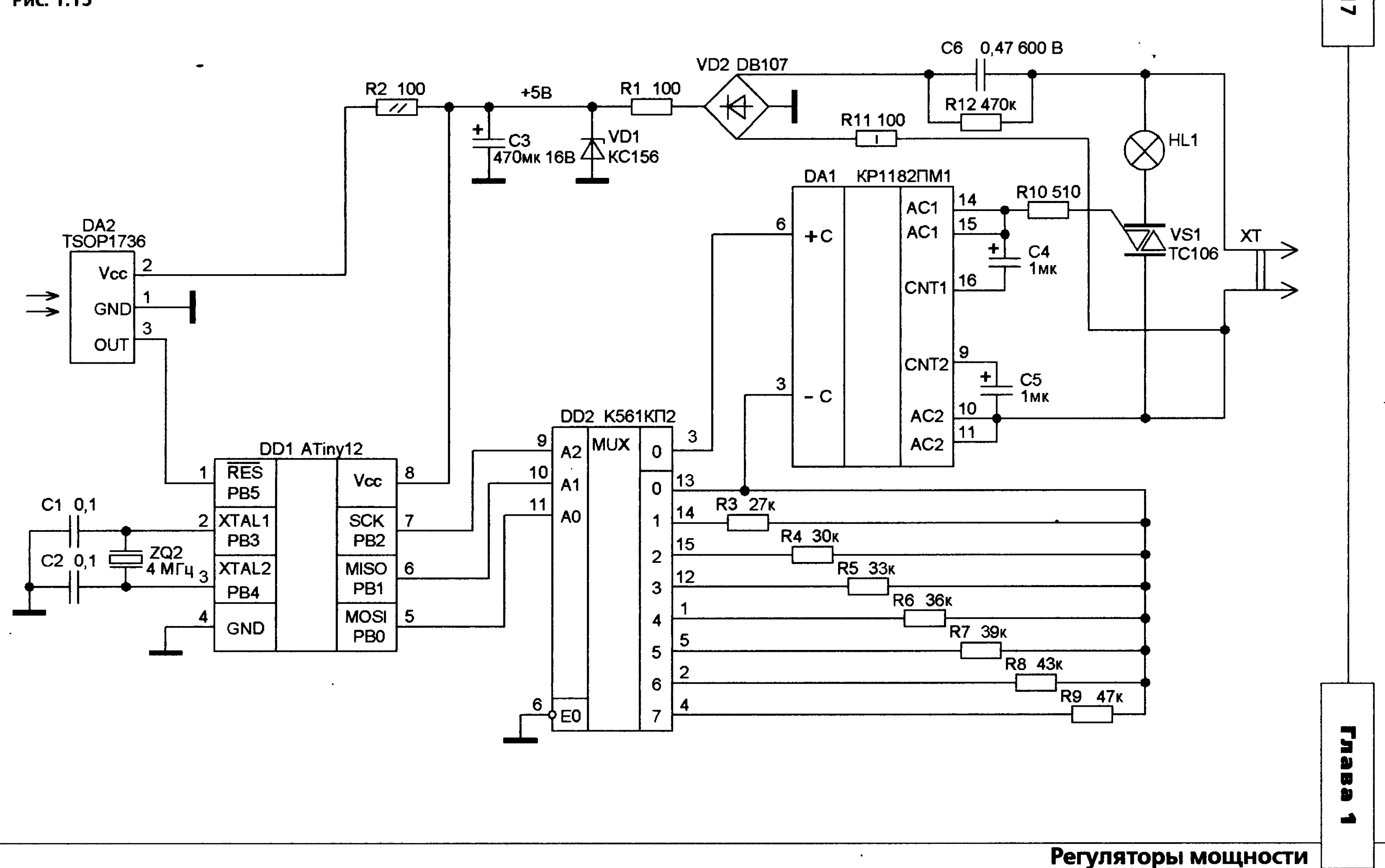


Рис. 1.15


R2 100
+5В
R1 100
VD2 DB107
C6 0,47 600 В
R12 470к
R11 100
C3
470мк 16В
VD1
КС156
HL1
DA1 КР1182ПМ1
R10 510
AC1
AC1
CNT1
CNT2
AC2
AC2
+C
– C
C4
1мк
C5
1мк
VS1
ТС106
XT
DA2
TSOP1736
Vcc
GND
OUT
DD2 К561КП2
A2
A1
A0
MUX
E0
DD1 ATiny12
RES
PB5
XTAL1
PB3
XTAL2
PB4
GND
Vcc
SCK
PB2
MISO
PB1
MOSI
PB0
C1 0,1
C2 0,1
ZQ2
4 МГц
R3 27к
R4 30к
R5 33к
R6 36к
R7 39к
R8 43к
R9 47к

```
        rjmp reset
reset:
;=========================
        ldi tmp,0b11111111          ;Инициализация порта B
        out DDRB,tmp                ;На выход
        ldi tmp,0                   ;
        out PORTB,tmp               ;
;=========================
        ldi tmp,0                   ;Инициализация порта D
        out DDRD,tmp                ;4,5 выводы на вход
        ldi tmp,0b00110000          ;
        out portD,tmp               ;
;=========================
scan:
;=========================          ;В зависимости от нажатой кнопки переходим к
                                    ;соответствующей подпрограмме
        sbis portb,3
        rjmp incr                   ;+
        sbis portb,4
        rjmp decr                   ;-
        rjmp scan
incr:                               ;Увеличиваем регистр code на 1 и передаем в порт B
        cpi code,255
        breq scan
        inc code
        out portb,code
        rjmp scan
decr:                               ;Уменьшаем регистр code на 1 и передаем в порт B
        cpi code,0
        breq scan
        dec code
        out portb,code
        rjmp scan
;=========================
.EXIT
```

Таблица 1.2

```
:020000020000FC
:1000000000C00FEF07BB00E008BB00E001BB00E34E
:1000100002BBC39B03C0C49B06C0FBCF1F3FC9F3F9
:100020001395 18BBF6CF1030A1F31A9518BBF1CF7A
:00000001FF
```

1.5. Акустический выключатель освещения

В этом разделе описывается выключатель, реагирующий на резкий звук (хлопок или щелчок). Необходимость в подобном выключателе возникает в тех случаях, когда обычный выключатель труднодоступен или доступ к нему ограничен.

Основу схемы составляет описанный выше цифровой регулятор мощности. В части регулирования мощности его работа ничем не отличается от работы цифрового регулятора мощности.

На рисунке 1.16 изображена принципиальная схема акустического выключателя освещения. На рис. 1.17 приведен рисунок печатной платы, на рис. 1.18 – расположение элементов на плате.

Рассмотрим работу звукового датчика более подробно.

Рис. 1.16

BM1 МКЭ-3
C8 100мк 16В
C1 0,1
R14 100к
R2 10к
C12 0.1
+5В
C4 470мк 16В
VD1 КС156
R1 100
VD4 DB107
C11 0,47 600 В
R12 470к
R11 100
HL1
DA1 КР140УД608
BAL NC +IN Vss -IN OUT Vdd BAL
DA1 КР1182ПМ1
+C AC1 AC1 CNT1 CNT2 -C AC2 AC2
R10 510
VS1 ТС106
XT
C5 1мк
C6 1мк
C7 10мк
R15 1к
R17 560
C9 2,2 мк
R16 360к
VD2 Д9Г
VD3 Д9Г
R13 100к
C10 0,47
DD1 ATiny12
RES PB5 XTAL1 PB3 XTAL2 PB4 GND Vcc SCK PB2 MISO PB1 MOSI PB0
C2 0,1
C3 0,1
ZQ1 4 МГц
DD2 К561КП2
A2 A1 A0 MUX E0
R3 27к
R4 30к
R5 33к
R6 36к
R7 39к
R8 43к
R9 47к

Сигнал с выхода микрофона через разделительный конденсатор C1 поступает на вход операционного усилителя. Далее усиленный и ограниченный по амплитуде сигнал поступает на вход микроконтроллера (порт PB5). Конденсатор C10 заряжается, и на входе порта PB5 некоторое время поддерживается уровень логической единицы. Порт PB5 периодически опрашивается программой. При наличии на входе порта PB5 высокого уровня (логическая единица) код на портах PB0–PB2 начинает либо уменьшаться, либо увеличиваться (в зависимости от первоначального состояния). Процесс изменения кода продолжается

Рис. 1.17

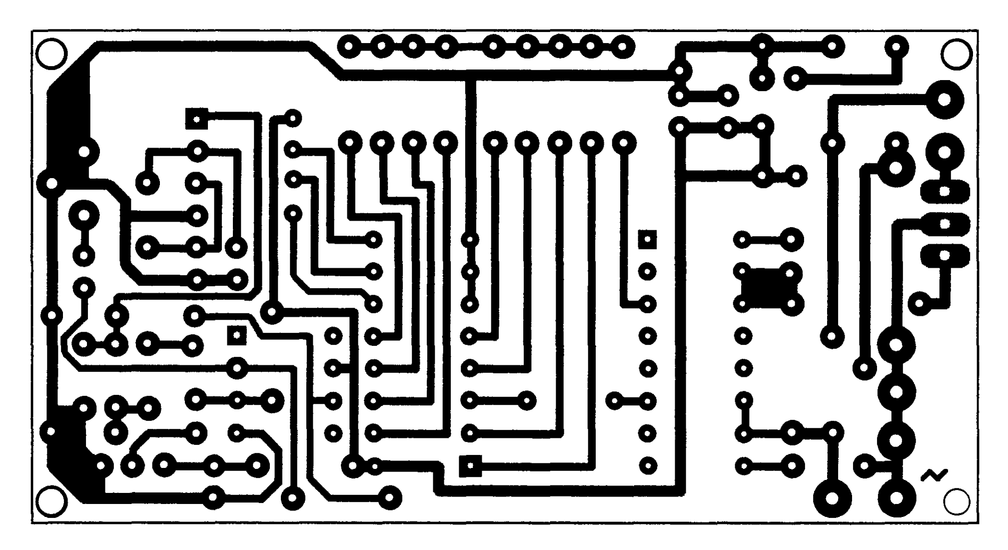
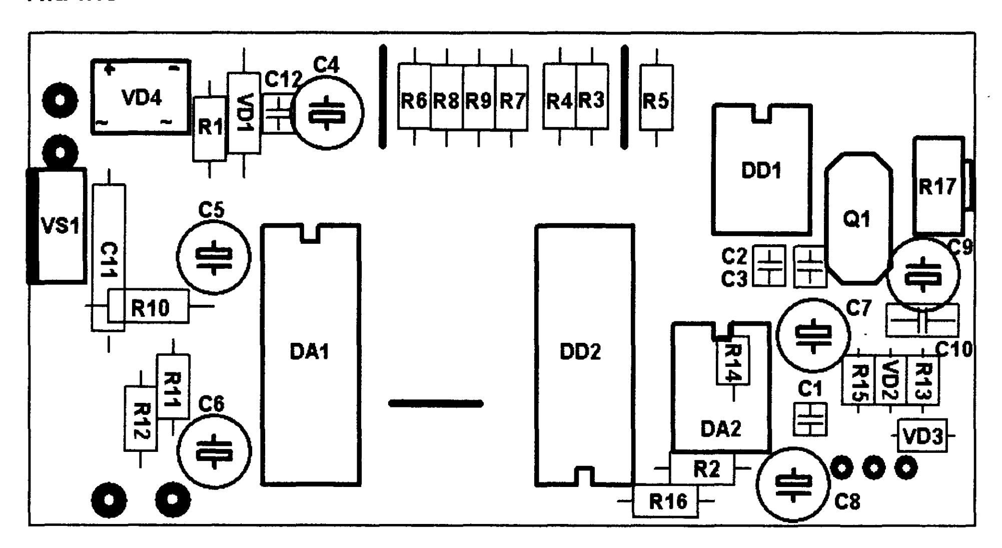


Рис. 1.18



в течение 3—5 секунд. Во время изменения состояния портов PB0-PB1 порт PB5 не опрашивается, поэтому выключатель в это время на звуковые сигналы не реагирует. Чувствительность датчика можно регулировать потенциометром R17.

Исходный текст программы с комментариями приведен в таблице 1.3. Код для прошивки микроконтроллера приведен в таблице 1.4.

ВНИМАНИЕ! СХЕМА ИМЕЕТ БЕСТРАНСФОРМАТОРНОЕ ПИТАНИЕ ОТ СЕТИ. ПРИ НАЛАДКЕ УСТРОЙСТВА НЕОБХОДИМО СОБЛЮДАТЬ ПРАВИЛА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ.

Таблица 1.3

```
.include "tn12def.inc"
.ORG 000
.def tmp =r16                   ;
.def code =r17                  ;В регистре code хранится код уровня яркости
        rjmp reset
reset:
;
;======================
        ldi tmp,0b11111111      ;Инициализация порта B
        out DDRB,tmp            ;На выход
        ldi tmp,0b00000000      ;
        out PORTB,tmp           ;
;======================
        ldi tmp,0b0000000
        ldi code,0b0000000
;====================== Проверяем вывод на наличие сигнала
scan:
        cbi portb,5
;====================== ;выбираем, увеличивать или уменьшать яркость
        sbic portb,5
        rjmp sel
        rjmp scan
sel:
        cpi tmp,0b00000000
        breq incr
        rjmp decr
incr:                           ;Увеличиваем регистр code на 1 и передаем в порт B
        cpi code,0b00000111
        breq imax
        inc code
        out portb,code
        rcall delay
        rjmp incr
imax:
        ldi tmp,0b00000001
        rjmp scan
decr:                           ;Уменьшаем регистр code на 1 и передаем в порт B
        cpi code,0b00000000
        breq off
        dec code
        out portb,code
        rcall delay
        rjmp decr
```

```
off:
        ldi tmp,0b00000001
        rjmp scan
;========================  паузы
del:
ldi r18,50
l4: dec r18
brne l4
ret
delay:
ldi r17,50
l: ldi r18,255
l1: dec r18
brne l1
dec r17
brne l
ret
.EXIT
```

Таблица 1.4

```
:020000020000FC
:1000000000C00FEF07BB00E008BB00E010E0C598A0
:10001000C59901C0FCCF003009F008C0173021F0AD
:10002000139518BB0FD0FACF01E0F1CF103021F0BB
:100030001A9518BB07D0FACF01E0E9CF22E32A9541
:10004000F1F7089512E32FEF2A95F1F71A95D9F7F2
:0200500008951 1
:00000001FF
```

Глава 2

Электронные кодовые замки

Проблема охраны жилища – одна из главных в повседневной жизни. Применение электронных устройств помогает решить и эту нелегкую проблему. Пожалуй, важнейшая составляющая обеспечения надежности жилища – замки на входных и внутренних дверях квартиры. Уже давно известно, что любой механический замок профессиональный взломщик откроет за считаные минуты. Открыть электронный замок куда сложнее, особенно если применить в замке некоторые «хитрости».

2.1. Простой электронный кодовый замок

Простой электронный кодовый замок можно собрать всего на пяти микросхемах: одной цифровой и четырех аналоговых. Простота замка делает его повторение доступным даже начинающими радиолюбителями. Кроме того, замок не требует регулировки, надежен в работе и в режиме ожидания практически не потребляет электроэнергии, что важно при длительной работе в режиме нерегулярного использования. Кроме того, в схеме замка предусмотрена возможность подключения резервного источника электроэнергии (аккумулятора), что бывает необходимым при сбоях в системе электропитания или нестабильного электроснабжения.

Принцип работы замка следующий. При совпадении кода, определяемого перемычками на плате фотоприемников, сигналы с фотодиодов поступают на входы фотоприемников DA1–DA4. Выходы фотоприемников объединены схемой «логическое И» (элемент DD1.1). С вывода 1 элемента DD1.2 (инвертора) сигнал поступает на базу транзистора VT1, в коллектор которого включена обмотка реле исполнительного устройства. Резистор R7 определяет ток в обмотке реле.

Конструктивно замок представляет собой две параллельно расположенные платы: плату фотодиодов и плату фотоприемников с исполнительным устройством. Между платами оставляется зазор, необходимый для вставки ключа. Исполнительное устройство (в данном случае – реле) срабатывает при помещении ключа между этими платами. В торце замка помещен концевой выключатель, поэтому пита-

ние на всю схему подается только при полностью вставленном в замок ключе.

Ключ замка представляет собой пластину из любого подходящего непрозрачного материала (текстолита, гетинакса, стали и т.п.), не пропускающего ИК-излучение. В ключе отверстия просверливаются таким образом, чтобы при помещении ключа в замок отверстия в ключе находились напротив тех фотодиодов, которые подключены к ИК-приемникам (код замка определяется установкой соответствующих перемычек на плате фотоприемников).

Выход одного из фотоприемников — инверсный. Это сделано из следующих соображений: во-первых, чтобы замок не открывался при сплошной ИК-засветке всех фотодиодов, во-вторых, это дополнительный способ шифрования замка.

Резистор R1 определяет суммарный ток, потребляемый ИК-диодами. При использовании диодов другого типа номинал резистора следует изменить соответственно суммарному потреблению применяемых диодов.

Дополнительным способом шифрования замка является и способ его изготовления.

Рекомендуется начать изготовление замка с кондуктора — устройства, с помощью которого впоследствии будут изготовлены плата фотодиодов, плата фотоприемников и ключ. Дополнительным фактором, повышающим степень секретности замка, является произвольное расположение отверстий для фото- и ИК-диодов, а также ключа. Отверстия могут быть расположены на одинаковом расстоянии по длине ключа, но на разном (произвольном) по высоте. В этом случае изготовить ключ, не имея кондуктора или самого ключа, будет весьма затруднительно.

Принципиальная схема замка представлена на рис. 2.1. Рисунок печатной платы приведен на рис. 2.2, а схема расположения элементов — на рис. 2.3. Рисунок платы фотодиодов изображен на рис. 2.4, расположение элементов — на рис. 2.5.

Один из возможных вариантов конфигурации ключа приведен на рис. 2.6.

Резисторы, применяемые в устройстве, — любые, мощностью от 0,062 до 0,25 Вт, типа МЛТ или С2-29, неполярные конденсаторы — типа КД, КМ, К10-17 и т.п. Электролитические конденсаторы — типа К50-29, К50-35 или аналогичные. Реле — с одной группой контактов на переключение, напряжение переключения обмотки — 12—14 В. Можно применить и любое другое, подходящее по характеристикам. В этом случае необходимо изменить рисунок печатной платы. Для нормальной работы замка необходим источник переменного напряжения 14—16 В, ток — не менее 800—100 мА.

Рис. 2.1

Рис. 2.2

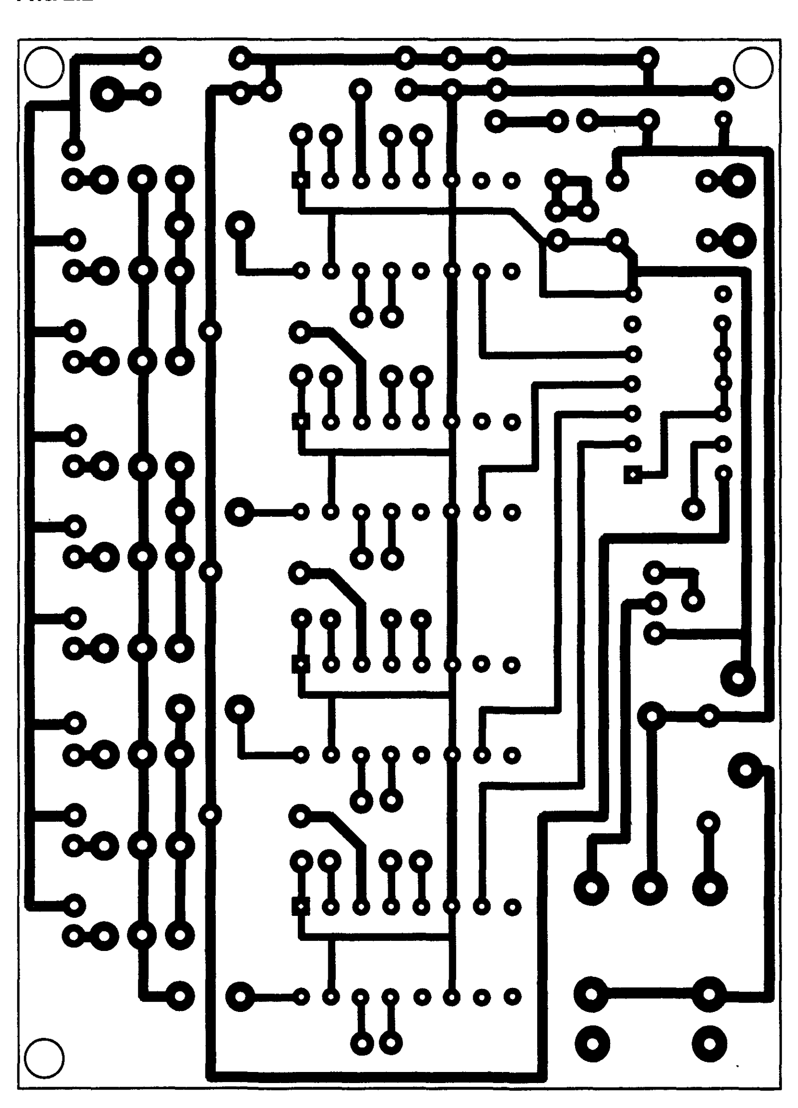


Рис. 2.3

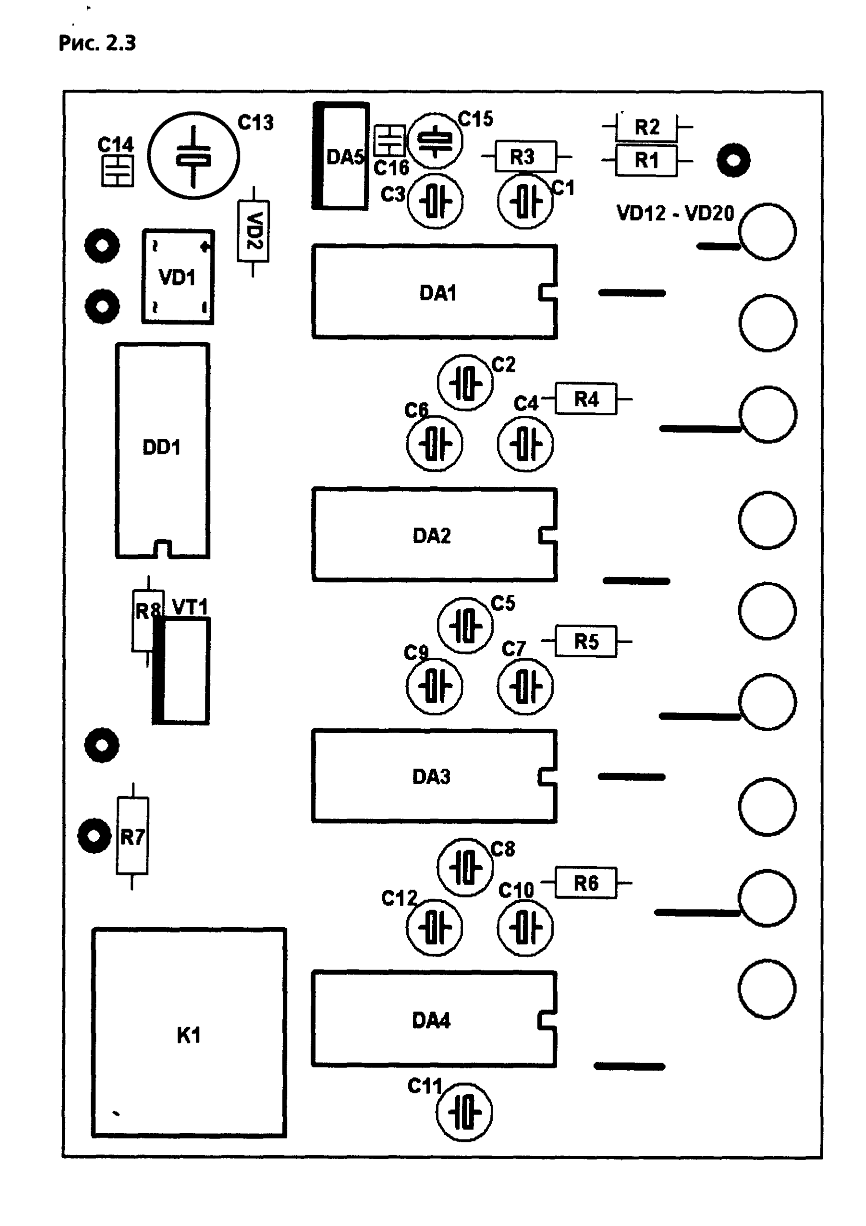

C14
C13
DA5
C16
C15
R3
R2
R1
C3
C1
VD12 - VD20
VD2
VD1
DA1
C2
C4
R4
C6
DD1
DA2
C5
R8
VT1
C9
C7
R5
DA3
R7
C8
C12
C10
R6
K1
DA4
C11

Рис. 2.4

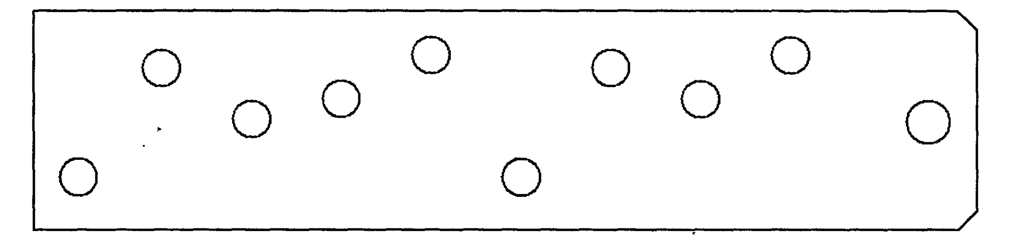
VD3 - VD11
АЛ107

Рис. 2.5

R1

VD12 - VD20
АЛ107

Рис. 2.6



2.2. Электронный кнопочный кодовый замок

Электронный кнопочный замок имеет ряд несомненных преимуществ перед обычным механическим замком: не нужно носить с собой «ключ», можно этот «ключ» периодически менять.

Замок прост в эксплуатации, не требует настройки после монтажа, некритичен к параметрам источника питания. В ждущем режиме замок практически не потребляет энергии.

«Секретность» замка обеспечивается применением счетчиков импульсов (10 000 комбинаций) и введением в схему установки счетчиков таймера, ограничивающего время набора кода. Надежность замка обусловлена использованием в качестве элементной базы КМОП микросхем. Основные достоинства этого типа микросхем (малое потребление энергии, высокая помехозащищенность, широкий диапазон питающих напряжений) как нельзя лучше отвечают требованиям, предъявляемым к подобного рода устройствам.

Принципиальная схема замка приведена на рис. 2.7.

По функциональному назначению схему замка можно условно разбить на четыре части.

Первая часть: схема набора номера (элементы DD1, DD3–DD6, DD7.1).

Вторая часть: схема установки счетчиков в исходное состояние и таймерная схема (элементы DD2, DA1, C1, C2, R11).

Третья часть: исполнительная схема (элементы DA2, C3, C4, R12, R13–R15, VD4, VT1, VS1, Y1).

Четвертая часть: схема источника питания (элементы VD1–VD3, C5–C7, R16, VT2).

Рассмотрим работу замка более подробно. При нажатии на кнопку SB5 происходит установка счетчиков DD3–DD6 в нулевое (исходное) состояние и запуск схемы таймера. Следующие нажатия на кнопку SB5 на работу таймера не влияют, но позволяют осуществить сброс счетчиков в исходное состояние при неверном наборе кода. Набор кода должен быть осуществлен за время, определяемое по формуле:

$$T1 = 1{,}1 \times R11 \times C1,$$

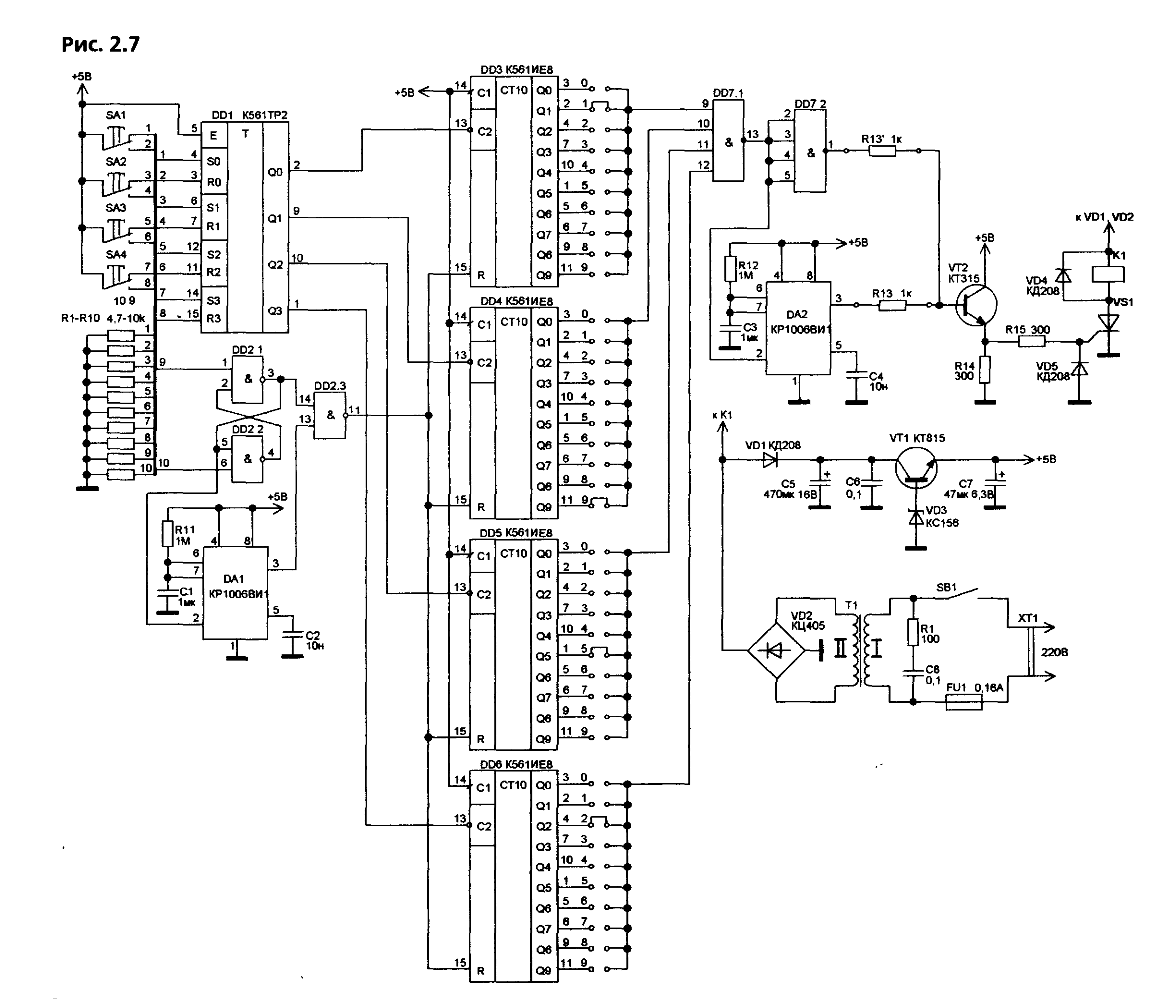

+5В
SA1
SA2
SA3
SA4
DD1 К561ТР2
R1-R10 4,7-10k
DD2.1
DD2.2
DD2.3
R11 1М
C1 1мк
DA1 КР1006ВИ1
C2 10н
DD3 К561ИЕ8
DD4 К561ИЕ8
DD5 К561ИЕ8
DD6 К561ИЕ8
CT10
DD7.1
DD7.2
R13' 1к
R12 1М
C3 1мк
DA2 КР1006ВИ1
C4 10н
R13 1к
VT2 КТ315
R14 300
R15 300
к VD1, VD2
K1
VD4 КД208
VS1
VD5 КД208
к K1
VD1 КД208
VT1 КТ815
C5 470мк 16В
C6 0,1
C7 47мк 6,3В
VD3 КС156
VD2 КЦ405
T1
SB1
R1 100
C8 0,1
FU1 0,16А
XT1
220В

Рис. 2.7

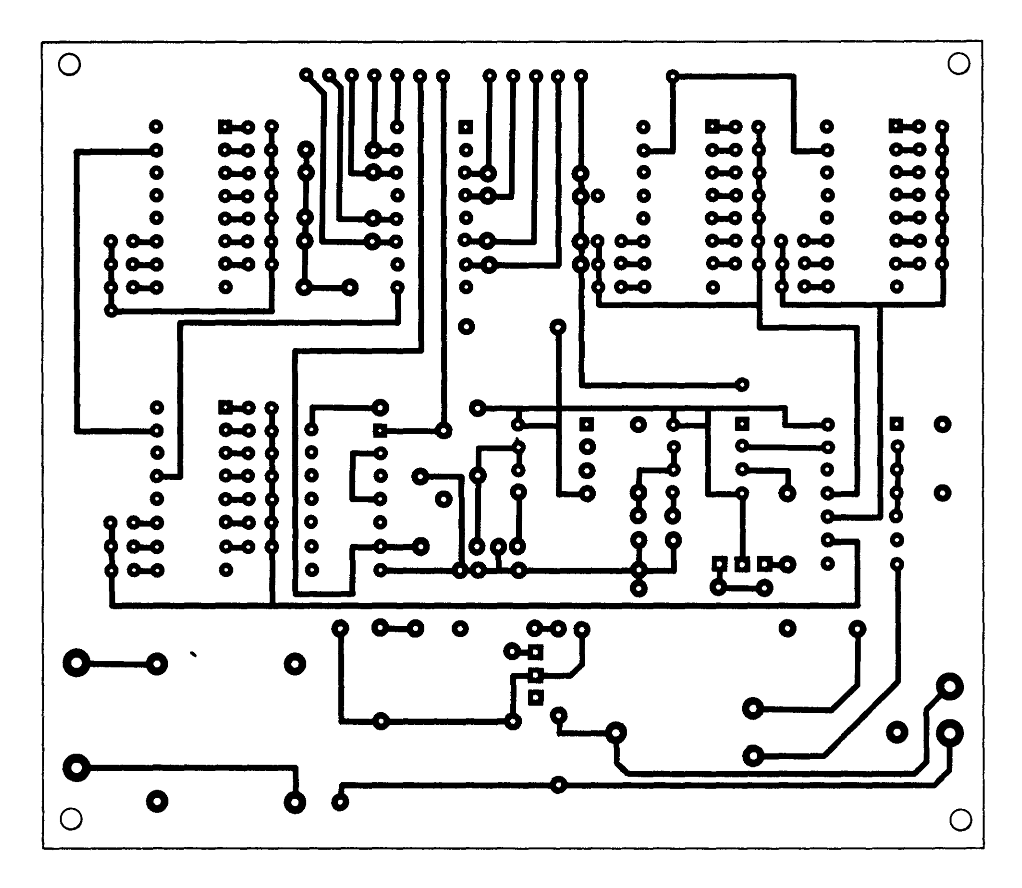
где R — сопротивление в мегаомах, С — емкость в микрофарадах, Т1 — время в секундах.

По окончании времени Т1 на выходе таймера (вывод 3) устанавливается низкий уровень и происходит установка счетчиков в исходное состояние.

Код замка устанавливается распайкой соответствующих перемычек. Набор кода осуществляется нажатием на соответствующую кнопку (SB1–SB4) заданное перемычками число раз. Например, код замка 9235. Соответственно, на первую кнопку следует нажать 9, на вторую — 2, на третью — 3, на четвертую — 5 раз.

Кнопки SB1–SB4 подключены к счетным входам счетчиков через триггеры микросхемы DD1, позволяющие ликвидировать «дребезг» контактов. При совпадении набранного кода с кодом, заданным перемычками, на выходе DD7.1 устанавливается низкий уровень и запускается второй таймер (DA2), определяющий длительность открытия зам-

Рис. 2.8

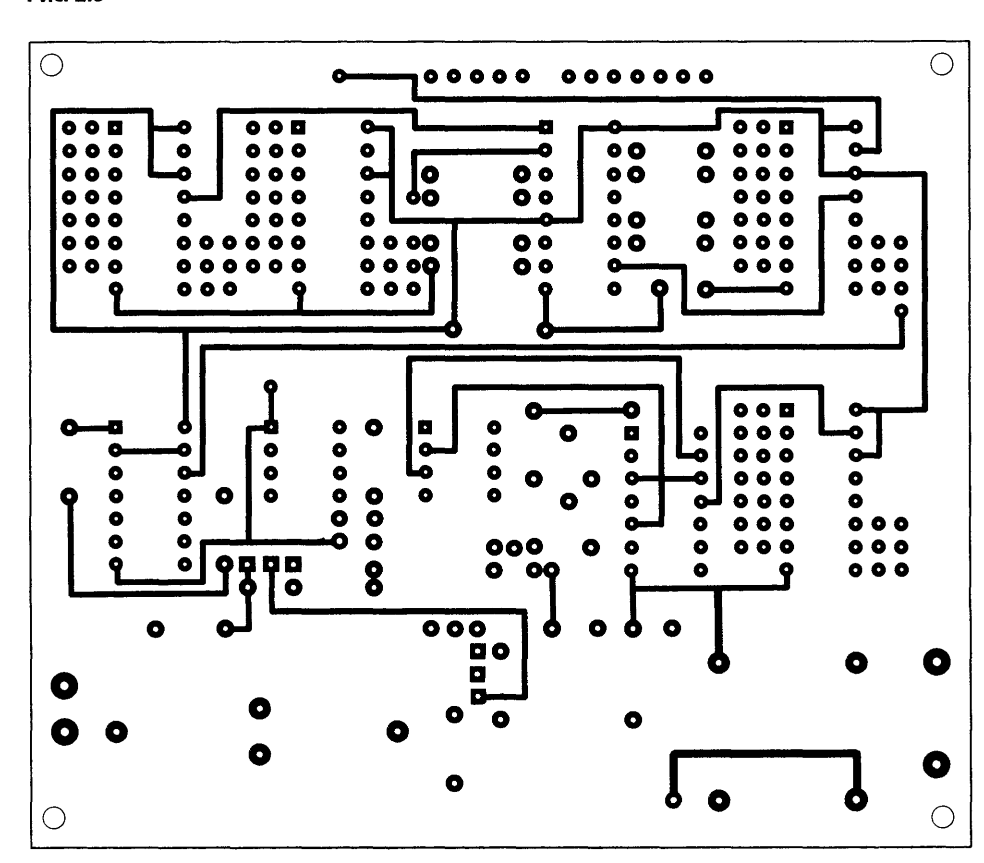


ка. Это очень удобно, если наборное поле и исполнительное устройство находятся на некотором удалении друг от друга. При запуске таймера DA2 на выводе 3 DA2 устанавливается высокий уровень. Сигнал усиливается эмиттерным VT1 и через резистор R13 поступает на управляющий электрод тиристора VS1. Тиристор отпирается, запуская исполнительное устройство Y1 (электромагнит и т.п.). По окончании времени Т2 на выходе таймера устанавливается низкий уровень и тиристор запирается, отключая исполнительное устройство. Элемент DA2 из схемы можно исключить (соответственно, необходимо исключить элементы С3, С4, R12, R13 и установить резистор R^13). В этом случае время, на которое замок открывается, определяется как Т1 минус время набора кода.

Схема источника питания построена по стандартной схеме (обычный параметрический стабилизатор).

Использование КМОП микросхем позволяет применить напряжение питания в диапазоне от 5 до 15 В (соответственно, изменив номинал стабилитрона VD1). Следует учесть, что напряжение на управляю-

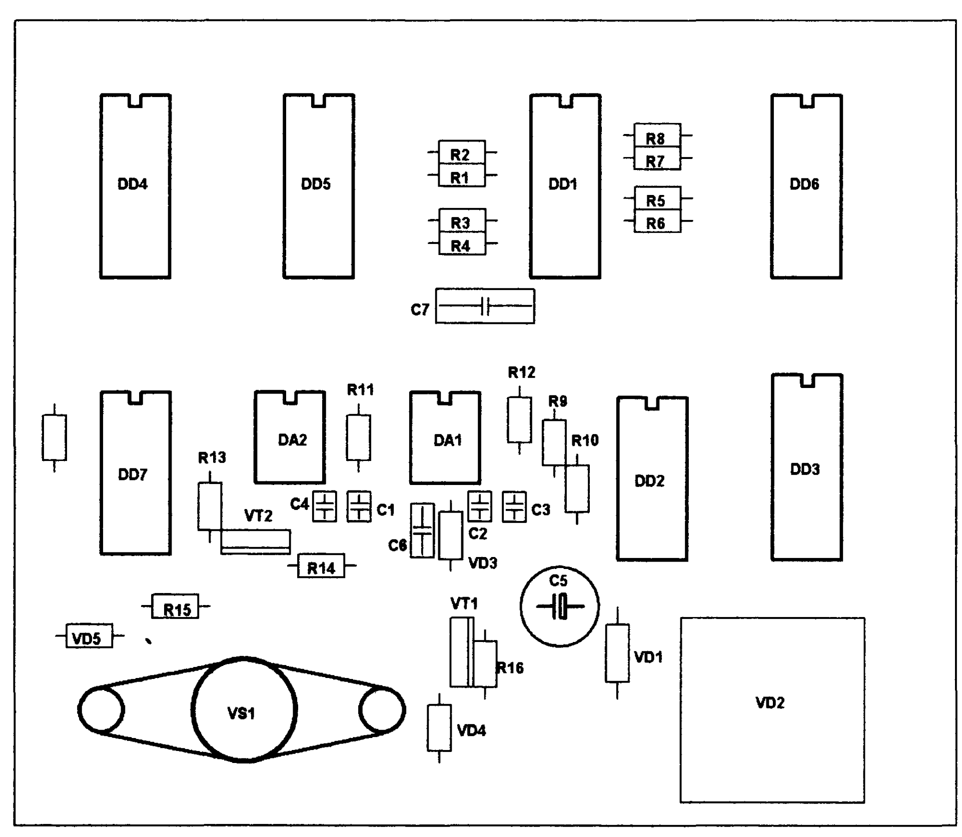
Рис. 2.9



щем электроде тиристора не может превышать 7 В. В этом случае следует подобрать сопротивление резистора R14.

В конструкции замка применены микросхемы 561 серии. Можно применить микросхемы любой другой КМОП или NMOP серии (176, 1561, 1564 без изменения топологии печатной платы, для серии 1554 рисунок печатной платы придется изменить). При использовании микросхем серии К176 напряжение питания необходимо ограничить до 9 В. Вместо счетчиков ИЕ8 можно применить счетчики ИЕ9. В этом случае несколько уменьшится число кодовых комбинаций. Резисторы — любые, мощностью от 0,062 до 0,25 Вт, конденсаторы типа КД, КМ, К10-17 и т.п. Тиристор — типа КУ221 с любой буквой, но можно применить и любой другой, подходящий по характеристикам — КУ202, ТС106 и т.д. Электролитические конденсаторы — типа К50-29 или аналогичные. Трансформатор питания должен быть рассчитан на напряжение и силу тока, достаточные для надежной работы применяемого исполнительного устройства.

Рис. 2.10



Рисунки печатной платы (две стороны) приведены на рис. 2.8 и 2.9. Расположение элементов на печатной плате приведено на рис. 2.10.

2.3. Кодовый замок с ИК-ключом

Инфракрасный ключ, используемый в данной конструкции, обладает рядом преимуществ перед радиоуправлением и клавиатурой для набора кода. Во-первых, нет необходимости во внешних элементах замка. Таким образом, замок вообще практически невидим снаружи. Во-вторых, ИК-лучи гораздо сложнее перехватить, нежели радиосигнал.

В основе конструкции как ключа, так и замка лежит 8-битный микроконтроллер Atmel AVR ATTiny2313. Это микроконтроллер семейства Tiny AVR, имеющий следующие характеристики:

– производительность около 1 MIPS за мегагерц (практически любые команды выполняются за один период тактового генератора);

– 2 Кб загружаемой FLASH-памяти;

– 128 байт энергонезависимой памяти EEPROM;

– 32 рабочих регистра;

– два таймера/счетчика (8- и 16-разрядный);

– программируемый сторожевой таймер со встроенным генератором; внешние и внутренние прерывания;

– 15 линий ввода/вывода общего назначения;

– встроенный последовательный порт (UART);

– последовательный порт SPI для загрузки программ;

– два выбираемых программно режима низкого энергопотребления.

Принципиальная схема замка приведена на рис. 2.11.

Замок состоит из контроллера и ИК-приемника, соединенного с UART. Нулевой вывод порта B управляет электромагнитом, открывающим замок. На нем всегда, кроме момента открывания, установлен низкий уровень.

Ключ, в свою очередь, представляет собой ИК-передачик, сигналы на который поступают с UART контроллера ключа. Ключ имеет 2 кнопки – включение питания и открывания.

UART замка работает в режиме приема, а UART ключа – в режиме передачи.

Принцип действия. Замок находится в режиме ожидания, пока на ИК-приемник не приходит сигнал. Аппаратно сигнал преобразуется в 8-битный код (слово), который поступает на последовательный асинхронный порт (UART) микроконтроллера. Если код совпал с кодом в памяти микроконтроллера, то программа продолжает принимать слова. Всего на UART должно прийти 8 различных кодовых слов, чтобы

Рис. 2.11

R1 100
+5 В
DA1 7805
3
1
2
+Uпит.
12 В
C7
100мк 6,3 В
C7
0.1
C8
100мк 16
R2
1к
R4
10
VD1
ФД256
DA1 TBA2800
C4 0,1
DD1 ATiny2313
RES
Vcc
PD0
PD1
XTAL1
XTAL2
PD2
PD3
PD4
PD5
GND
PB7
PB6
PB5
PB4
PB3
PB2
PB1
PB0
PD6
C3 2,2 мк 16В
C1
2,2 мк
C2
2,2 мк
ZQ1
4 МГц
C6
20
C5
20
K1
К ЗАМКУ
R3 300
VT1
КТ815

Рис. 2.12

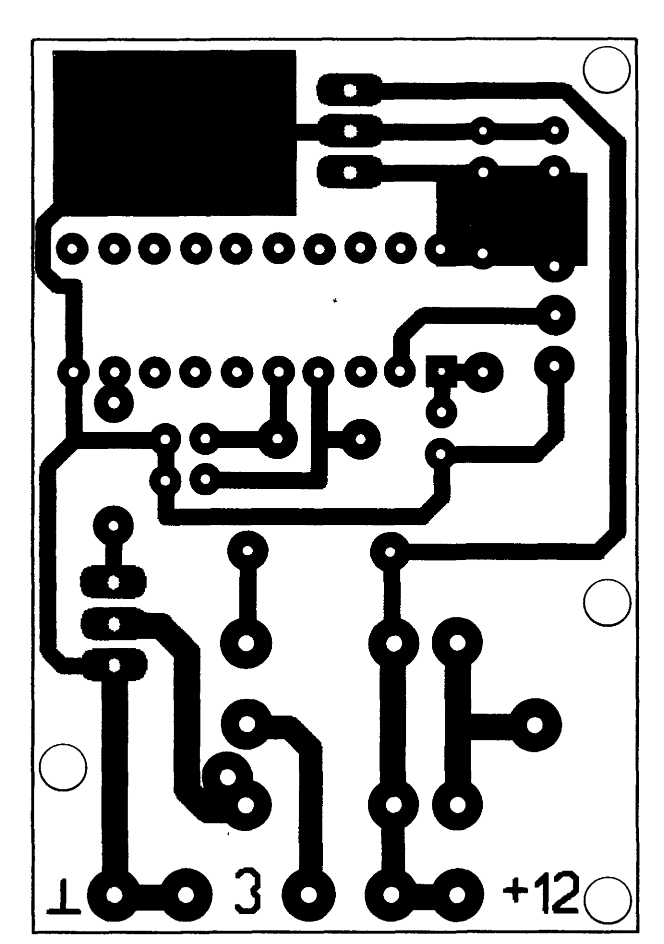
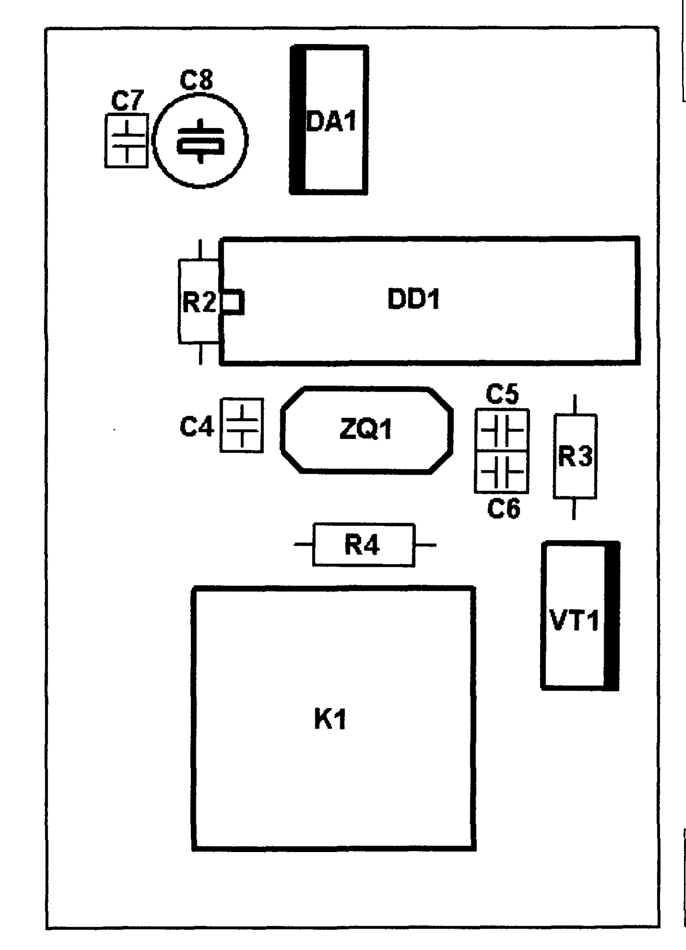


Рис. 2.13



замок открылся. Как только последнее слово совпадает с кодом в памяти микроконтроллера, программа на несколько секунд устанавливает высокий уровень на 0-м выводе порта В. Вывод связан с электромагнитом, который открывает замок. Как только электромагнит отключается, пружина снова автоматически запирает замок.

Программа на ассемблере состоит из следующих частей.

– Инициализация. Обозначение регистров переменными (для удобства). Запись в регистры восьми кодов доступа. Инициализация стека, без которого не будут работать подпрограммы. Инициализация портов и UART, который нужно настроить на определенную частоту, записав в регистр UBRR соответствующую константу (таблицу констант можно найти в любом справочнике по AVR). Разумеется, частоты замка и ключа должны быть одинаковыми.

– Основная программа. Слова, принятые UART, сравниваются с константами в регистрах. Как только все слова совпадут, происходит установка высокого уровня на 0-м выводе порта В. Потом следует пауза, после которой высокий уровень на выводе убирается, и программа возвращается в начало. Обращение к UART и пауза – подпрограммы.

Исходный текст программы замка на ассемблере приведен в таблице 2.1, HEX-файл для записи в контроллер – в таблице 2.3.

Для замка рисунок печатной платы и схема расположения элементов на плате приведены на рис. 2.12 и 2.13, для ключа рисунок печатной платы и схема расположения элементов на плате – на рис. 2.15 и 2.16.

Принципиальная схема ИК-ключа приведена на рис. 2.14.

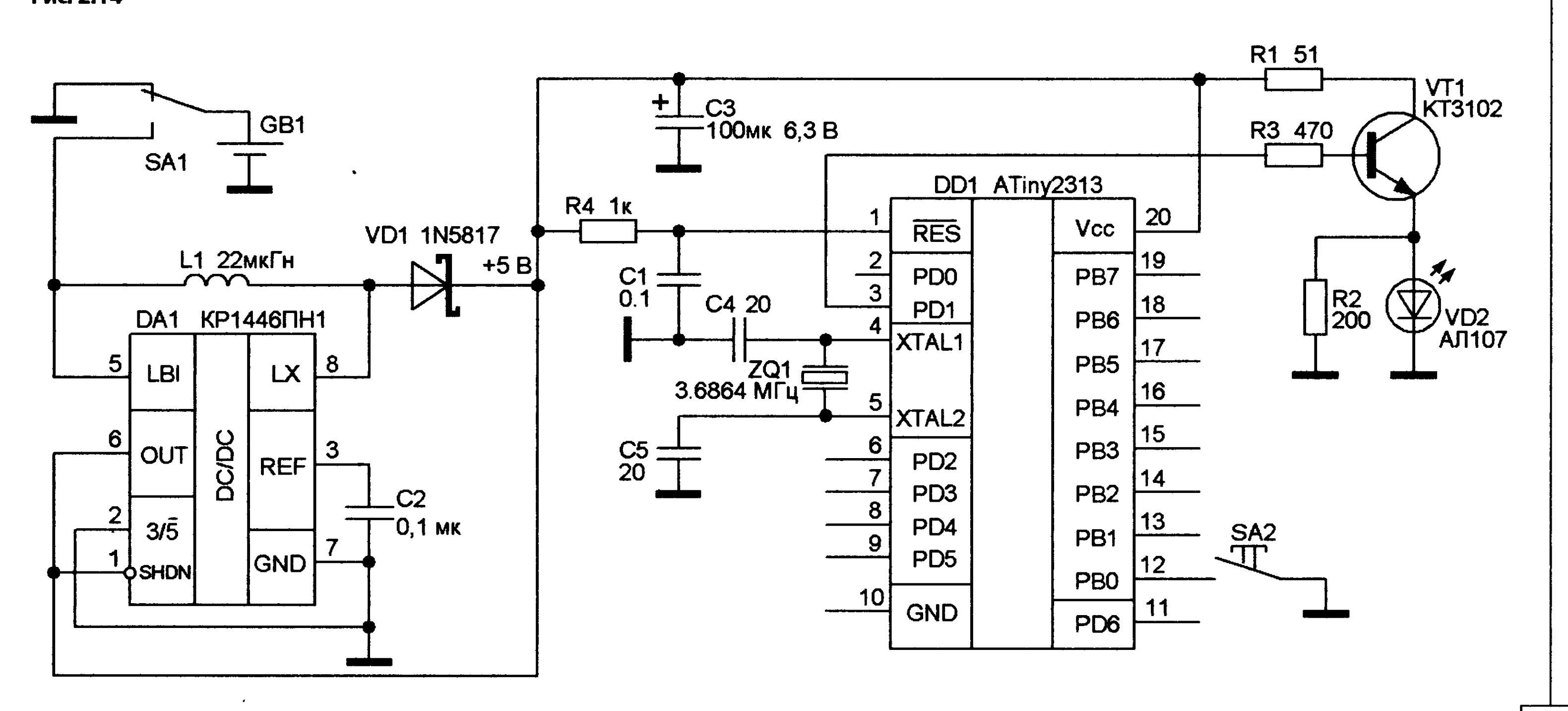
Ключ имеет две кнопки: кнопку включения и кнопку непосредственно отправки кодовых слов. При нажатии на нее программа микроконтроллера начинает выводить 8-битные кодовые слова через UART, которые преобразуются аппаратно в ИК-сигналы.

Начало программы ключа схоже с началом программы замка, с той лишь разницей, что UART настраивается на отправку, а не на прием. Также различается инициализация портов. В ключе также имеется светодиод, сигнализирующий работу UART, для этого инициализируется на выход порт D (светодиод зажигается при низком уровне на 5-м выводе порта D).

В основной программе происходит отправка пустых (нулевых) байтов через UART, пока не нажата кнопка (при нажатии сбрасывается уровень на 0 выводе порта В, что служит сигналом для программы). Далее на UART последовательно подаются 8 байтов-слов, они преобразуются в последовательные сигналы и далее в ИК-импульсы и программа возвращается в начало. Обращение к UART – подпрограмма.

Коды доступа можно менять на свое усмотрение, изменяя программы контроллеров ключа и замка.

Рис. 2.14


SA1
GB1
L1 22мкГн
VD1 1N5817
+5 В
DA1 КР1446ПН1
LBI
OUT
3/5
SHDN
DC/DC
LX
REF
GND
C2
0,1 мк
C3
100мк 6,3 В
R4 1к
C1
0.1
C4 20
ZQ1
3.6864 МГц
C5
20
DD1 ATiny2313
RES
PD0
PD1
XTAL1
XTAL2
PD2
PD3
PD4
PD5
GND
Vcc
PB7
PB6
PB5
PB4
PB3
PB2
PB1
PB0
PD6
R1 51
R3 470
VT1
КТ3102
R2
200
VD2
АЛ107
SA2

Исходный текст программы на ассемблере для ключа приведен в таблице 2.2. НЕХ-файл программы ключа для записи в контроллер приведен в таблице 2.4.

Система открывания замка изнутри осуществляется без помощи контроллера, так как надежнее реализовать это механически.

Для улучшения замка, повышения его надежности и технических характеристик в перспективе можно усложнить программы контроллеров, а именно:

– сделать передачу на переменной частоте – каждый байт передается с разной частотой, взлом значительно затрудняется;

– создать обратную связь «замок-ключ». Для этого необходимо внести изменения не только в программы, но и в схемы. Это значительно увеличивает надежность системы.

Таблица 2.1

```
.include "tn2313def.inc"
.ORG 0
.equu   s0 = 0b00100100
.equ s1 = 0b11000000        ;
.equ   s2 = 0b11100000      ;
.equ s3 = 0b11110000        ;
.equ   s4 = 0b11111000      ;
.def tmp = r16
        rjmp reset
reset:
;====================== Инициализация стека
        ldi tmp,low(RAMEND)
        out SPL,tmp
;====================== Инициализация UART
        ldi tmp,0b00010001
        out UCR,tmp
        ldi tmp,5
        out UBRR,tmp
;====================== Инициализация портов B и D.
ldi tmp,0b11111111
        out ddrb,tmp
        out ddrd,tmp
        cbi portb,5                 ;зажигаем светодиод
        ldi r25,0b00000000
        rjmp main
;====================== Основной цикл; прием данных по UART
scan:
        sbis USR, RXC
        rjmp scan
        in tmp, UDR
        ret
;======================
main:                               ;Сравниваем принятые слова с кодами
;======================
ss0:
        rcall scan
        cpi tmp,s0
        brne ss0
```

Рис. 2.15

Рис. 2.16

DA1 VD1 L1 C2 C1 C3 R1 ZQ1 DD1 R2 R3 SA1 SA2 VD2 VT1 R4 C5 C4

```
;=======================
ss1:
        rcall scan
        cpi tmp,s1
        brne ss0
;=======================
ss2:
        rcall scan
        cpi tmp,s2
        brne ss0
;=======================
ss3:
        rcall scan
        cpi tmp,s3
        brne ss0
;=======================
ss4:
        rcall scan
        cpi tmp,s4
        brne ss0
;======================= Если все совпало, то
        sbi portd,5           ; открытие замка
        ldi r27,20
        rcall pause           ; пауза
        cbi portd,5           ; закрытие замка
        rjmp main             ; возврат в начало
;=======================
pause:                        ; подпрограмма паузы
p3:     ser r25
p2:     ser r26
p1:     dec r26
        brne p1
        dec r25
        brne p2
        dec r27
        brne p3
ret
;=======================
.EXIT
```

Таблица 2.2

```
.include "tn2313def.inc"
.ORG 000
.equ   s0 = 0b00100100
.equ s1 = 0b11000000          ;
.equ   s2 = 0b11100000        ;
.equ s3 = 0b11110000          ;
.equ   s4 = 0b11111000        ;
.def tmp=r16
        rjmp reset
reset:
;=======================
        ldi tmp,0b00001001
        out UCR,tmp
        ldi tmp,5
        out UBRR,tmp
;=======================
```

```
        ldi tmp,low(RAMEND)
        out SPL,tmp
;========================
        ldi tmp,0b00000001          ;
        out ddrb,tmp                ;
        out portb,tmp               ;
;========================
scan:                               ;
        ldi tmp,0b00000000          ;
        sbis pinb,0                 ;
        rjmp load                   ;
        rcall trans                 ;
        rjmp scan                   ;
;========================
load:                               ;
        ldi tmp,s0                  ;
        rcall trans                 ;
;========================
        ldi tmp,s1                  ;
        rcall trans                 ;
;========================
        ldi tmp,s2                  ;
        rcall trans                 ;
;========================
        ldi tmp,s3                  ;
        rcall trans                 ;
;========================
        ldi tmp,s4                  ;
        rcall trans                 ;
;========================
        rjmp scan                   ;
;========================
trans:                              ;
        sbis USR, UDRE              ;
        rjmp trans                  ;
        out UDR, tmp                ;
        ret                         ;
;========================
.EXIT
```

Таблица 2.3

```
:020000020000FC
:100000000C00FED0DBF01E10AB905E009B90FEF1E
:1000100007BB01BBC59890E004C05F9BFECF0CB14D
:10002000895FBDF0433E9F7F8DF0834D1F7F5DF93
:1000300083EB9F7F2DF003BA1F7EFDF093B89F794
:10004000959AB4E102D09598ECCF9FEFAFEFAA95C7
:0C005000F1F79A95D9F7BA95C1F7089519
:00000001FF
```

Таблица 2.4

```
:020000020000FC
:100000000C009E00AB905E009B90FED0DBF01E034
:1000100007BB08BB00E0B09B02C00CD0FBCF04E3E1
:100020009D008E407D008EE05D000EB03D009EBB7
:0C0030001D0F0CF5D9BFECF0CB908950D
:00000001FF
```

2.4. Кодовый замок с ключом iBUTTON

Сравнительно простой кодовый замок можно собрать, используя специализированные микросхемы-идентификаторы («таблетки»).

Отличительные особенности идентификаторов:

– уникальный 48-битный номер;
– 8 бит CRC для контроля данных;
– считывание менее чем за 5 мс;
– широкий рабочий температурный диапазон от −40°С до +85°С.

Стандартные функции iButton.

– Уникальный, нанесенный лазером и контролируемый, 64-разрядный регистрационный номер (8 бит – код семейства, 48 бит – серийный номер + 8 бит CRC – проверка), гарантия отслеживаемости и идентификации, так как не существует двух идентичных изделий.

– Контроллер с поддержкой подключения нескольких устройств к общей однопроводной шине.

– Мгновенная цифровая идентификация и передача информации при контакте.

– Твердотельный носитель данных обеспечивает компактность хранения информации.

– Доступ к данным осуществляется при контакте с объектом.

– Экономичное подключение к управляющему устройству по однопроводной цифровой шине со скоростью 16,3 кБит/с.

– Стандартный 16-миллиметровый диаметр корпуса и протокол 1-Wire, обеспечивающие совместимость с устройствами семейства iButton.

– Цилиндрическая форма (в виде пуговицы) обеспечивает автоматическое выравнивание в контактном разъеме чашевидной формы.

– Прочный корпус из нержавеющей стали с выгравированным регистрационным номером противостоит агрессивным внешним воздействиям.

– Легко прикрепляется на самоклеящуюся поверхность с защелкой на фланце или закрепляется в кольцо, напрессовываемое на торец.

Идентификатор iButton – мощный электронный носитель данных для применения в системах регистрации и контроля доступа. Идентификатор содержит записанный лазером регистрационный номер, который включает уникальный 48-битный заводской номер, 8 бит CRC и 8-битный код семейства (01H). Обмен данными осуществляется по протоколу 1-Wire, который требует одного-единственного вывода данных и общего вывода. Прибор полностью совместим с идентификаторами DS1990 и дополнительно поддерживает функцию протокола 1-Wire поиска ПЗУ, которая позволяет нескольким приборам работать на одной шине.

Прочный корпус MicroCan имеет высокую стойкость к внешним воздействиям, таким как загрязнения, повышенная влажность и вибрации. Его компактная форма в виде монеты обеспечивает самовыравнивание в ответном контактном разъеме, что обеспечивает простоту использования человеком-оператором или автоматом. Аксессуары, выпускаемые рядом фирм, в том числе отечественными, позволяют закрепить его практически на любой поверхности, включая печатные платы, фотоидентификационные брелоки и брелоки для ключей.

Доступ к внутренней памяти идентификатора осуществляется по одной шине данных по протоколу 1-Wire компании Dallas. Этот прото-

Рис. 2.17

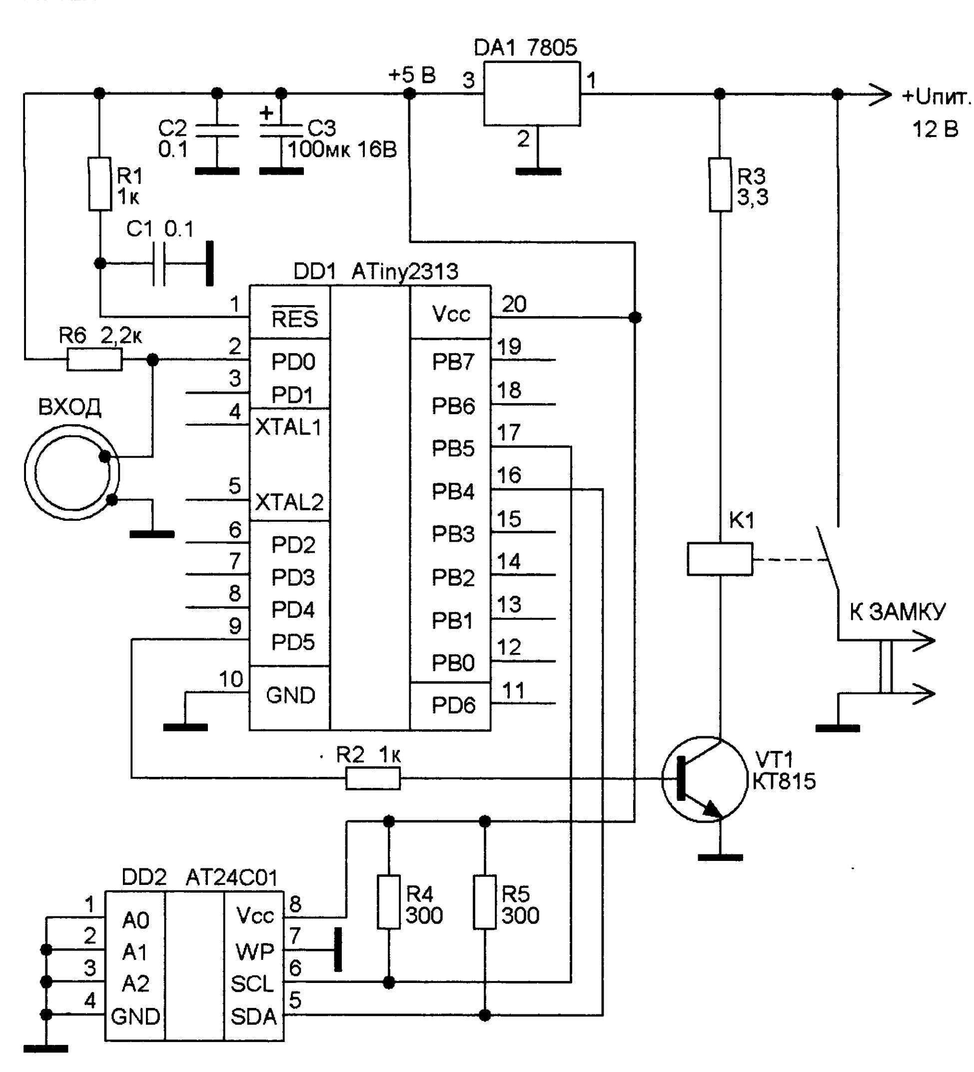


Рис. 2.18

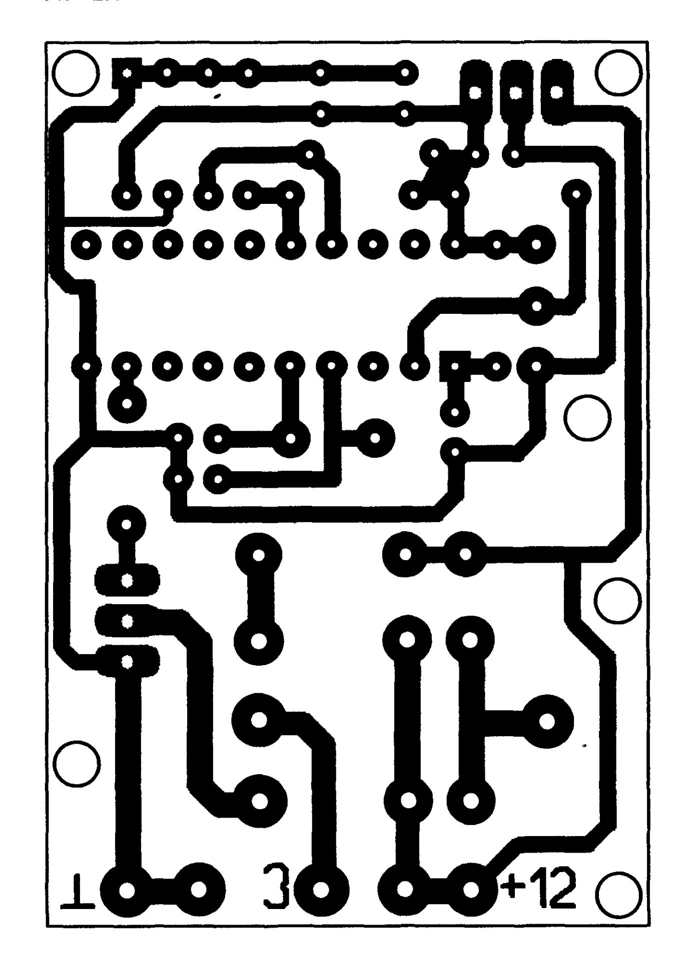
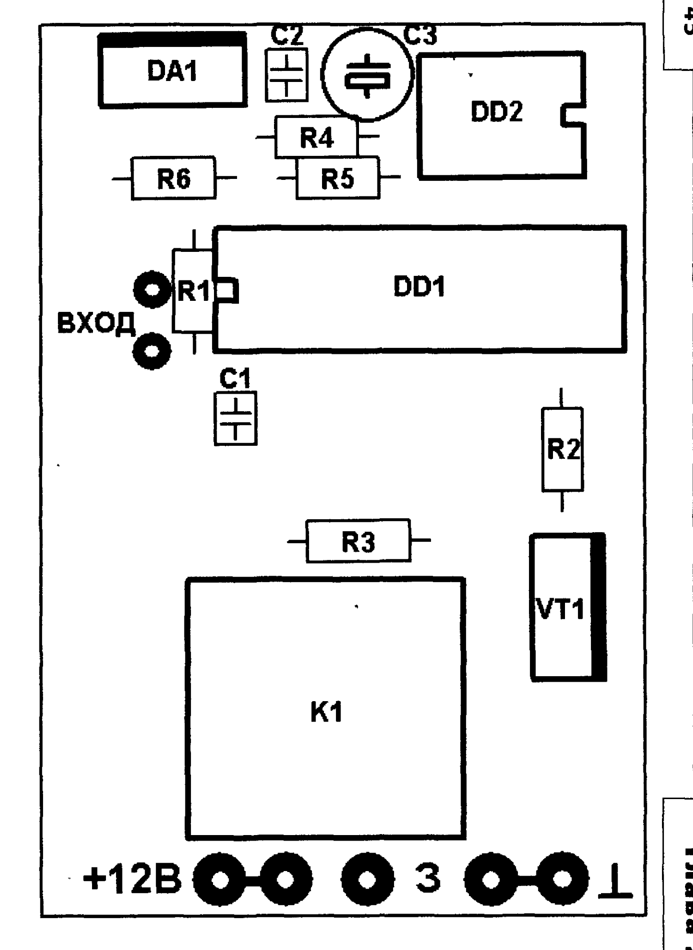


Рис. 2.19



кол определяет условия изменения состояний шины и временные интервалы при синхронизации по срезам синхроимпульсов управляющего устройства. Считывание и запись данных осуществляется младшим значащим битом вперед.

Принципиальная схема замка приведена на рис. 2.17.

Работает замок следующим образом. При касании ключом контактора сигнал поступает на вход порта PD0. Программа замка периодически опрашивает порт PD0. При контакте ключа с контактором код ключа считывается в память контроллера. Далее происходит сравнение кода ключа с кодами, записанными во внешней памяти (DD2). При совпадении кодов на выходе порта PD5 появляется уровень логической единицы. Через резистор R2 сигнал поступает на базу транзистора VT1, в коллекторную цепь которого включена обмотка исполнительного реле. Высокий уровень на выходе порта PD5 сохраняется на время, необходимое для открывания замка (обычно 2–3 секунды). Резистор R3 ограничивает ток, протекающий через обмотку реле в открытом состоянии. Стабилизатор DA1 обеспечивает необходимое напряжение для работы управляющей схемы, обеспечивая надежную работу и защиту от помех. Требования к внешнему источнику некритичные, он даже может быть нестабилизированным. Главное условие – источник должен обеспечивать надежное срабатывание исполнительного устройства, т.е. обеспечивать необходимые напряжение и ток.

Коды ключей, используемые в каждой версии замка, записываются в микросхему памяти 24C01. Это очень удобно: можно менять количество ключей по мере необходимости, вносить и удалять коды ключей, не меняя основную программу замка.

Рисунок печатной платы приведен на рис. 2.18, схема расположения элементов – на рис. 2.19. Исходный текст программы на языке BASIC приведен в табл. 2.5, HEX-файл для записи в контроллер – в табл. 2.6 на прилагаемом к книге диске.

Таблица 2.5

```
$crystal = 8000000
'$sim

Config Kbd = Portb
Config 1wire = Portc.0

Dim W As Word
Dim Ib1(8) As Byte
Dim Ib2(8) As Byte
Dim Keys As Byte , Ins As Bit , Errs As Bit
Dim Keys1 As Byte , D_set As Bit , Del_set As Bit
Dim Start_adr As Byte
Dim Real_keys As Byte , Set_keys As Byte , Yes_compare As Bit
```

```
Dim Dat As Byte , Dat2 As Byte
Dim Adrr As Byte , Addressw As Byte , Addressr As Byte
Dim Key As Byte , Digits As Byte
Dim Digit As Byte
Dim Error As Byte , Copy As Bit
Const Eprom1r = 161
Const Eprom1w = 160
Dim C As Byte

Cursor Off
Cls

Gosub Init

Do
Gosub Keyboard
If Digits = 1 And Ins = 1 And Keys < 7 And D_set = 0 And Del_set = 0 Then Gosub Addd
If Digits = 2 And Ins = 1 And Keys <> 0 And D_set = 0 And Del_set = 0 Then
Set_keys = 1
                                                                        Gosub Delete
End If
'If Digits <= 9 And D_set <> 16 And Error = 0 And Ins = 0 Then Gosub Processing
If Digits = 11 Then Gosub Init
If Digits = 10 And D_set = 1 And Yes_compare = 0 Then Gosub Prog
If Digits = 10 And D_set = 0 And Del_set = 1 Then Gosub Del
If Digits = 4 And D_set = 0 And Del_set = 1 Then
      If Set_keys <= 1 Then
                                   Set_keys = 1
      Else
                                   Decr Set_keys
      End If
      Waitms 300
      Gosub Delete
End If
If Digits = 6 And D_set = 0 And Del_set = 1 Then
      If Set_keys >= Keys Then
                                   Set_keys = Keys
      Else
      Incr Set_keys
      End If
      Waitms 300
      Gosub Delete
End If
Loop

Processing:
***********************************************************************

Waitms 200

Return

Init:
***********************************************************************
```

```
Cls
Set Ins
Reset Del_set
Reset D_set
Keys = 0

For C = 1 To 8
Adrr = C - 1
Gosub Read_data
If C = 1 Then
        If Dat2 <> &HAA Then
                                        Reset Ins
                                        Exit For
        End If
        Else
        If Dat2 > 1 Then
                                        Reset Ins
                                        Exit For
        End If
        If Dat2 = 1 Then Keys = Keys + 1
End If
Next

If Ins = 0 Then
        Adrr = 0
        Dat = &HAA
        Gosub Write_data
        Gosub Read_data
        If Dat2 = &HAA Then
                                        Dat2 = 0
                                        For Adrr = 1 To 7
                                        Dat = 0
                                        Gosub Write_data
                                        Gosub Read_data
                                        Dat2 = Dat2 + Dat2
                                        Next
                                        If Dat2 = 0 Then Keys = 0
                                        Set Ins
        End If
End If

If Ins = 1 Then
        Lcd Chr(75) ; Chr(187) ; Chr(198) ; Chr(192) ; Chr(101) ; Chr(185) ; Chr(32) ; Chr(179) ;
Chr(32) ; Chr(168) ; Chr(164) ; Chr(169) ; « - « ; Keys ' Ключей в ПЗУ-
        Locate 2 , 1
        Lcd Chr(49) ; Chr(45) ; Chr(227) ; Chr(111) ; Chr(178) ; Chr(97) ; Chr(179) ; Chr(46) ;
Chr(32) ; Chr(50) ; Chr(45) ; Chr(121) ; Chr(227) ; Chr(97) ; Chr(187) ; Chr(46) ' 1-добав.
2-удал.
        Else
                                        Gosub Eeprom_err
End If

Return

Addd:
'*****************************************************************************
```

```
Cls
Lcd Chr(168) ; Chr(111) ; Chr(227) ; Chr(186) ; Chr(187) ; Chr(198) ; Chr(192) ; Chr(184) ;
Chr(191) ; Chr(101) ; Chr(32) ; Chr(186) ; Chr(187) ; Chr(198) ; Chr(192) ; Chr(33) ' Подключите
ключ!
Keys1 = 0
Reset Yes_compare
Repeat:
Reset Errs

Gosub 1wire_reset
If Digits = 11 Then
        Gosub Init
        Return
End If

1wwrite &H33                            'read ROM command
For C = 1 To 8
Ib1(c) = 1wread()                       'place into array
Next

Gosub 1wire_reset
If Digits = 11 Then
        Gosub Init
        Return
End If

1wwrite &H33                            'read ROM command
For C = 1 To 8
Ib2(c) = 1wread()                       'place into array
Next

Cls

For C = 8 To 1 Step -1
If Ib1(c) <> Ib2(c) Then
        Set Errs
        Exit For
End If
Lcd Hex(ib1(c));                        'print output
Next

If Errs = 1 Then Goto Repeat

For Adrr = 1 To 7
Gosub Read_data
If Dat2 = 0 And Keys1 = 0 Then Keys1 = Adrr
If Dat2 = 1 Then Gosub Compare
If Yes_compare = 1 Then Exit For
Next

Locate 2 , 1
If Yes_compare = 0 Then
        Lcd Chr(75) ; Chr(187) ; Chr(198) ; Chr(192) ; Chr(32) ; «N» ; Keys1 ; Chr(32) ; Chr(42) ;
Chr(45) ; Chr(183) ; Chr(97) ; Chr(190) ; Chr(184) ; Chr(99) ; Chr(194) ' *-запись ' Ключ №
```

```
        Else
        Lcd Chr(32) ; Chr(75) ; Chr(187) ; Chr(198) ; Chr(192) ; Chr(32) ; Chr(121) ; Chr(182) ;
Chr(101) ; Chr(32) ; Chr(101) ; Chr(99) ; Chr(191) ; Chr(194) ; Chr(33) ' Ключ уже есть!
End If

Set D_set

Return
Compare:
'*****************************************************************************
Set Yes_compare
Start_adr = Adrr * 8
Adrr = Start_adr - 1
For C = 1 To 8
Incr Adrr
Gosub Read_data
If Dat2 <> Ib2(c) Then
        Reset Yes_compare
        Exit For
End If
Next

Return

Delete:
'*****************************************************************************
Set Del_set
Real_keys = 0
Cls
For Adrr = 1 To 7
Gosub Read_data
If Dat2 = 1 Then
        Incr Real_keys
        If Set_keys = Real_keys Then Exit For
End If
Next
Keys1 = Adrr

Start_adr = Adrr * 8
Adrr = Start_adr + 8
For C = 1 To 8
Decr Adrr
Gosub Read_data
Lcd Hex(dat2)
Next
Locate 2 , 1

Lcd Chr(75) ; Chr(187) ; Chr(198) ; Chr(192) ; Chr(32) ; «N» ; Keys1 ; Chr(32) ; Chr(42) ; Chr(45) ;
Chr(121) ; Chr(227) ; Chr(97) ; Chr(187) ; Chr(46) ' *-удал. ' Ключ №

Return

Del:
'*****************************************************************************
```

```
Reset Del_set
Dat = 0
Adrr = Keys1
Gosub Write_data
Gosub Read_data
If Dat2 <> 0 Then
        Gosub Eeprom_err
        Return
End If
Start_adr = Adrr * 8
Adrr = Start_adr - 1
For C = 1 To 8
Dat = 255
Incr Adrr
Gosub Write_data
Gosub Read_data
If Dat2 <> 255 Then
        Gosub Eeprom_err
        Exit For
End If
Next
Gosub Init
Return

1wire_reset:
'*****************************************************************************
Do
Gosub Keyboard
1wreset                                  'reset the device
Loop Until Err = 0 Or Digits = 11
Return

Prog:
'*****************************************************************************
Reset D_set
For Adrr = 1 To 7
Gosub Read_data
If Dat2 = 0 Then Exit For
Next

Dat = 1
Gosub Write_data
Gosub Read_data
If Dat2 <> 1 Then
        Gosub Eeprom_err
        Return
End If

Start_adr = Adrr * 8
Adrr = Start_adr - 1
For C = 1 To 8
Dat=Ib2(c)
Incr Adrr
Gosub Write_data
```

```
Gosub Read_data
If Dat2 <> Ib2(c) Then
        Gosub Eeprom_err
        Exit For
End If

Next

Gosub Init

Return

Eeprom_err:
'*****************************************************************************
Cls
Lcd Chr(32) ; Chr(32) ; Chr(32) ; Chr(32) ; Chr(168) ; Chr(164) ; Chr(169) ; Chr(32) ; Chr(189) ;
Chr(101) ; Chr(191)                              ' ПЗУ нет
Locate 2 , 1
Lcd Chr(184) ; Chr(187) ; Chr(184) ; Chr(32) ; Chr(189) ; Chr(101) ; Chr(184) ; Chr(99) ; Chr(190)
; Chr(112) ; Chr(97) ; Chr(179) ; Chr(189) ; Chr(111) ; Chr(33) ' или неисправно!

Return

Keyboard:
'*****************************************************************************
Key = Getkbd()
Digits = 16
If Key = 7 Then Digits = 0
If Key = 0 Then Digits = 1
If Key = 4 Then Digits = 2
If Key = 8 Then Digits = 3
If Key = 1 Then Digits = 4
If Key = 5 Then Digits = 5
If Key = 9 Then Digits = 6
If Key = 2 Then Digits = 7
If Key = 6 Then Digits = 8
If Key = 10 Then Digits = 9
If Key = 3 Then Digits = 10
If Key = 11 Then Digits = 11
Return

Write_data:
'*****************************************************************************
I2cstart 'start condition
I2cwbyte Eprom1w 'slave address
I2cwbyte Adrr 'asdress of EEPROM
I2cwbyte Dat 'value to write
I2cstop 'stop condition
Waitms 10 'wait for 10 milliseconds
Return

Read_data:
```

```
'*******************************************************************************
I2cstart                          'start condition
I2cwbyte Eprom1w                  'slave address
I2cwbyte Adrr                     'asdress of EEPROM
I2cstart                          'repeated start
I2cwbyte Eprom1r                  'slave address (read)
I2crbyte Dat2 , Nack              'read byte
I2cstop                           'generate stop
Return

End                               'end program
```

Глава 3

Электронные часы-будильник

Часы, без сомнения, являются одним из самых применяемых в повседневной жизни бытовых устройств. Здесь рассматривается схема, построенная на хорошо известных и широко применяемых компонентах. Основное отличие приведенной схемы — бестрансформаторный блок питания, который удалось разместить прямо на плате часов. Сама по себе схема часов — стандартная и ничем от типовой схемы включения не отличается.

Принципиальная схема электронных часов приведена на рис. 3.1.

Рассмотрим работу блока питания более подробно. Напряжение сети через входную цепь, составленную из элементов R10, R11 и C8, поступает на выпрямительный мост VD4. Реактивное сопротивление цепи R11 и C8 ограничивает входной ток до уровня 50—60 мА.

После моста выпрямленное напряжение еще более ограничивается по напряжению и току цепью, составленной из элементов C9, R12,C10 до уровня 27 В (рабочее напряжение микросхемы и индикатора). Но для работы индикатора необходимо напряжение накала катодов 5 В. Это напряжение получается следующим образом. В микросхеме КР145ИК1911 есть два встроенных генератора. Выходной сигнал одного из генераторов (частотой примерно 150 Гц) через разделительный конденсатор C7 поступает на базу транзистора VT2. В цепь коллектора транзистора включен катод индикатора. Напряжение на катоде ограничивается стабилитроном VD6. Питание катода переменным напряжением значительно продлевает срок службы индикатора и позволяет снизить потребляемый ток.

Примененная схема питания часов оказалась довольно удачной и надежной.

1. Общие указания.

Часы могут работать в следующих режимах:

— отсчет текущего времени (в часах и минутах, а по специальной команде — в минутах и секундах);

— обратный отсчет заранее установленного времени с выдачей звукового сигнала по его истечении (режим «Таймер») с максимальной выдержкой 59 минут 59 секунд;

— часы обеспечивают остановку индикации текущего времени (с продолжением его отсчета), коррекцию хода часов, установку значений текущего времени, времени выдержки, таймера, времени срабатывания будильников 1 и 2.

Рис. 3.1

2. Технические данные.

Часы предназначены для эксплуатации в жилых помещениях при температуре окружающей среды от +10°С до +35°С и относительной влажности до 80%.

Питание осуществляется от сети переменного тока 220 В +10%, 50 Гц.

Потребляемая мощность, ВА, не более 8.

3. Устройство и принцип работы.

Часы имеют 9 кнопок (К1–К9) для управления и переключения режимами работы, которые обозначены соответственно буквами «Ч», «М», «К», «Т», «Б1», «Б2», «В», «С», «О». Их назначение следующее:

Ч — установка текущего времени в часах, в режиме «Таймер» — в минутах;

М — установка текущего времени в минутах, в режиме «Таймер» — в секундах;

К — коррекция текущего времени;

Т — включение режима «Таймер»;

Б1 — режим «Будильник 1» — установка времени производится кнопками «Ч» и «М».

Б2 — режим «Будильник 2» — установка времени производится кнопками «Ч» и «М».

В — вывод показаний индикации текущего времени;

С — включение отсчета текущего времени в минутах и секундах;

О — остановка (фиксация) показаний индикатора.

Запрещается нажатие более одной кнопки одновременно. Следует учесть, что при управлении кнопками показания индикатора изменяются посекундно.

4. Порядок включения и регулировки.

Проверка функционирования. Включите часы в сеть. На индикаторе должно высветиться показание «00:00». Нажмите кнопку «В», при этом должно включиться мигание двух точек на индикаторе в режиме секунд.

При нажатии кнопки «С» должны высветиться показания минут и секунд и продолжаться посекундный отсчет текущего времени (показание должно увеличиваться каждую секунду на единицу в младшем разряде).

Нажмите кнопку «К» — показания должны сброситься на «00:00». Нажмите кнопку «Б1» — должна включиться индикация цифр «55:55». Нажмите кнопку «В» — должна включиться индикация текущего времени в часах и минутах и включаться и выключаться индикация двух точек в ритме секунд.

ВНИМАНИЕ! СХЕМА ИМЕЕТ БЕСТРАНСФОРМАТОРНОЕ ПИТАНИЕ ОТ СЕТИ. ПРИ НАЛАДКЕ УСТРОЙСТВА СОБЛЮДАЙТЕ ПРАВИЛА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ!

Рисунки печатной платы для обеих сторон приведены на рис. 3.2 и 3.3, схема расположения элементов – на рис. 3.4.

Рис. 3.2

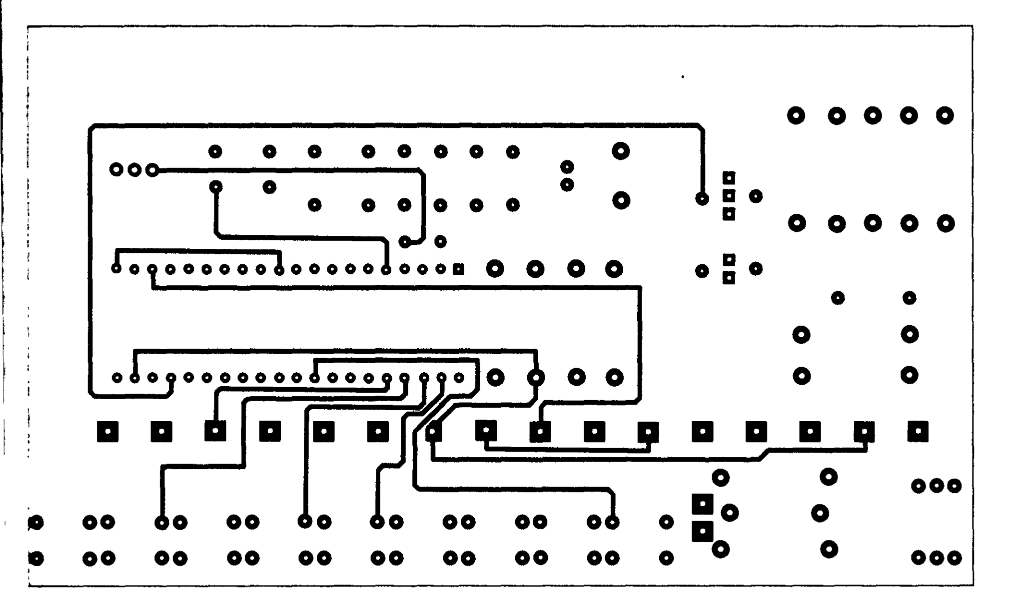


Рис. 3.3

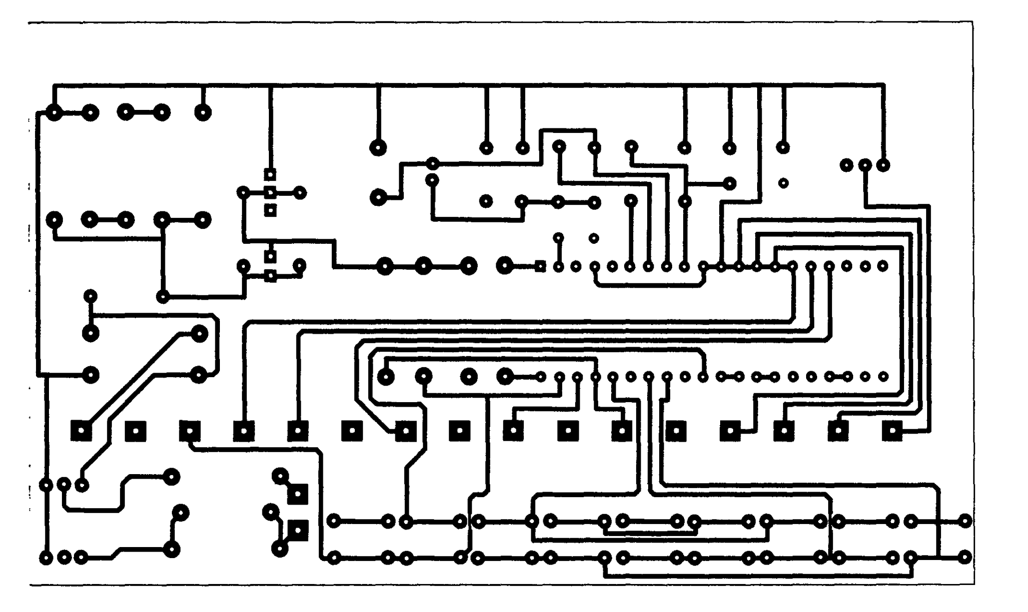
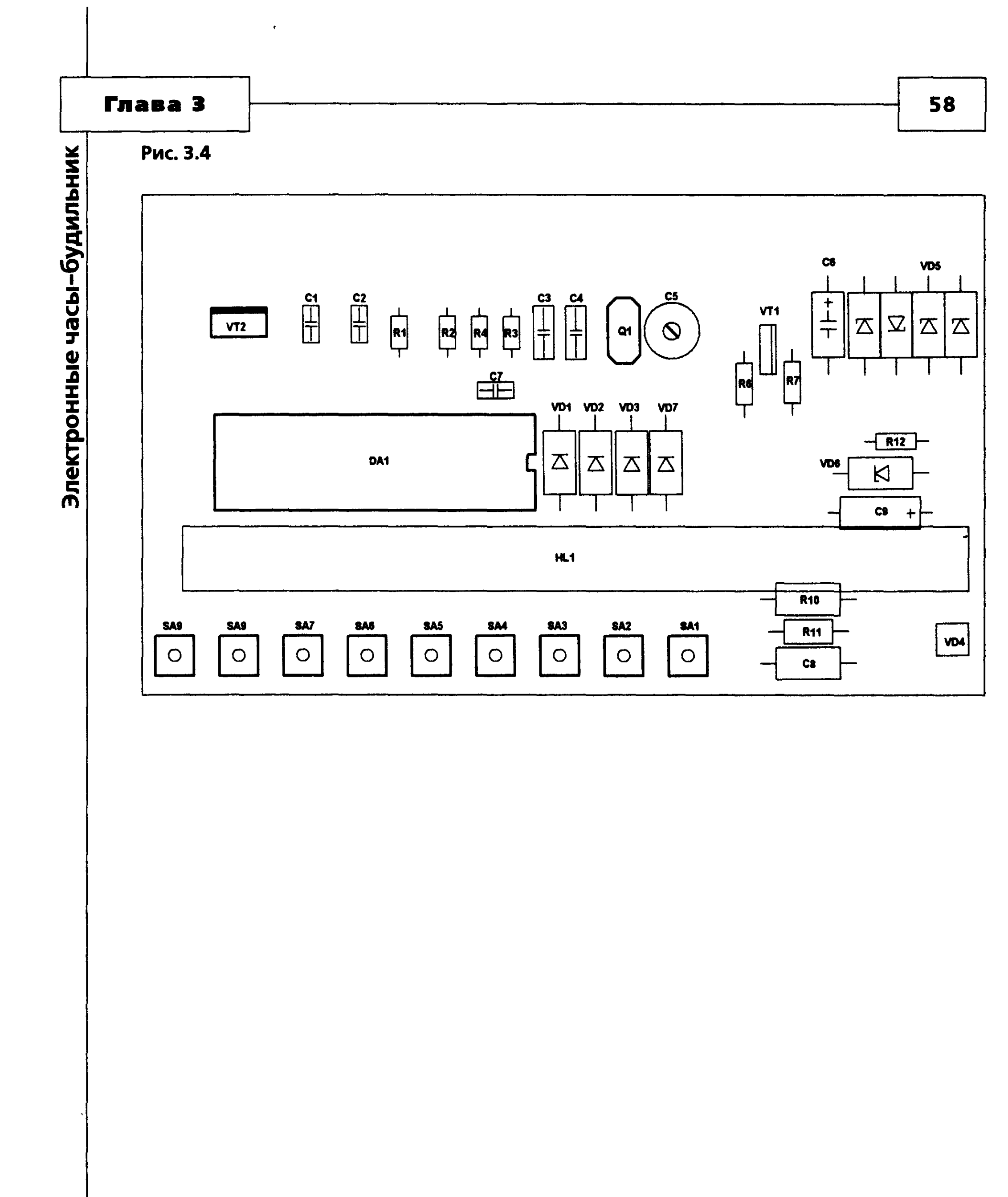


Рис. 3.4


VT2
C1
C2
R1
R2
R4
R3
C3
C4
Q1
C5
VT1
C6
VD5
R6
R7
C7
VD1
VD2
VD3
VD7
DA1
R12
VD6
C9
HL1
R10
R11
C8
VD4
SA9
SA9
SA7
SA6
SA5
SA4
SA3
SA2
SA1

Глава 4

Электронные музыкальные звонки на УМС-7 (8)

Появление специализированных микросхем музыкальных синтезаторов значительно упростило конструирование музыкальных автоматов и звонков. Эти синтезаторы просты в использовании и требуют для работы минимум навесных элементов. Для нормальной работы синтезатора необходим внешний кварц на частоту 32768 Гц. Управление работой микросхемы осуществляется двумя кнопками: «Пуск» и «Выбор». Кнопка «Пуск» разрешает работу микросхемы, кнопка «Выбор» позволяет выбрать одну из мелодий синтезатора.

Универсальные музыкальные синтезаторы (УМС) выпускают в двух модификациях: УМС-7 и УМС-8. Они абсолютно идентичны по характеристикам и отличаются только напряжением питания: для УМС-7 напряжение питания составляет 3 В, для УМС-8 достаточно 1,5 В. В одном корпусе может быть «зашито» от 1 до 8 мелодий. Количество мелодий обычно указано в маркировке микросхемы. Например, маркировка УМС7-4 означает, что данная микросхема работает от источника напряжения 3 В и содержит в ПЗУ 4 мелодии.

4.1. Миниатюрный звонок на УМС-7 (8)

Один из вариантов включения микросхемы УМС приведен на рис. 4.1.

Стандартная схема включения дополнена конденсатором С2, что обеспечивает надежный запуск внутреннего генератора. С выхода микросхемы звуковой сигнал через резисторный делитель R1, R2 поступает на базу составного транзистора VT1, в коллекторную цепь которого включен громкоговоритель. Включение звонка осуществляется кнопкой SA1, выбор мелодии — кнопкой SA2.

Рисунок печатной платы звонка приведен на рис. 4.2, схема расположения деталей на плате — на рис. 4.3.

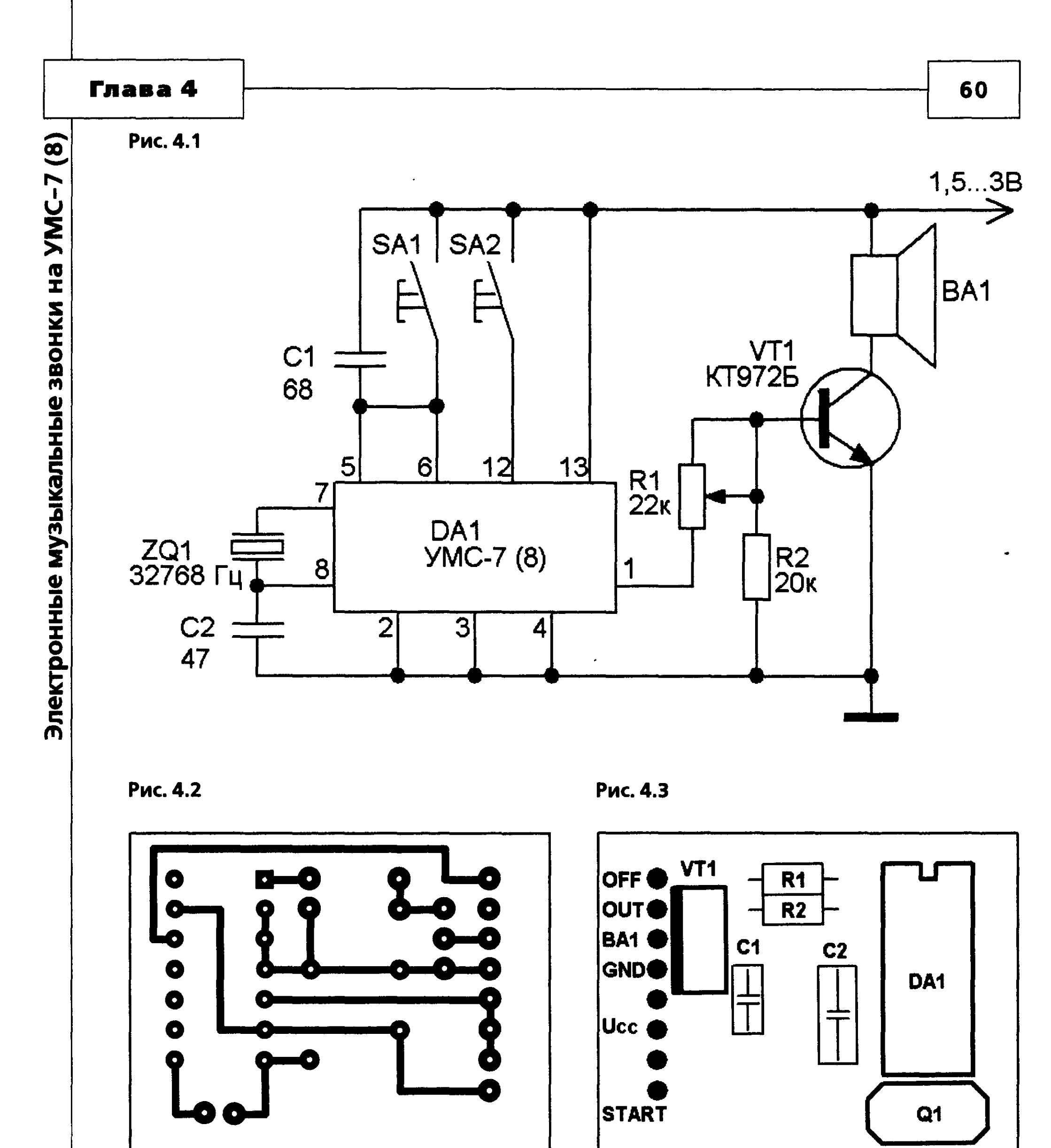


Рис. 4.1

Рис. 4.2

Рис. 4.3

4.2. Квартирный звонок на УМС-7 (8) с питанием от сети

Широкий выбор мелодий, предлагаемых производителями, и неплохие качественные характеристики делают микросхемы УМС весьма привлекательными в качестве квартирных звонков.

Схема квартирного звонка на базе УМС приведена на рис. 4.4. Поскольку потребление подобной конструкции невелико, то для ее работы можно вполне использовать бестрансформаторный сетевой источ-

Рис. 4.4

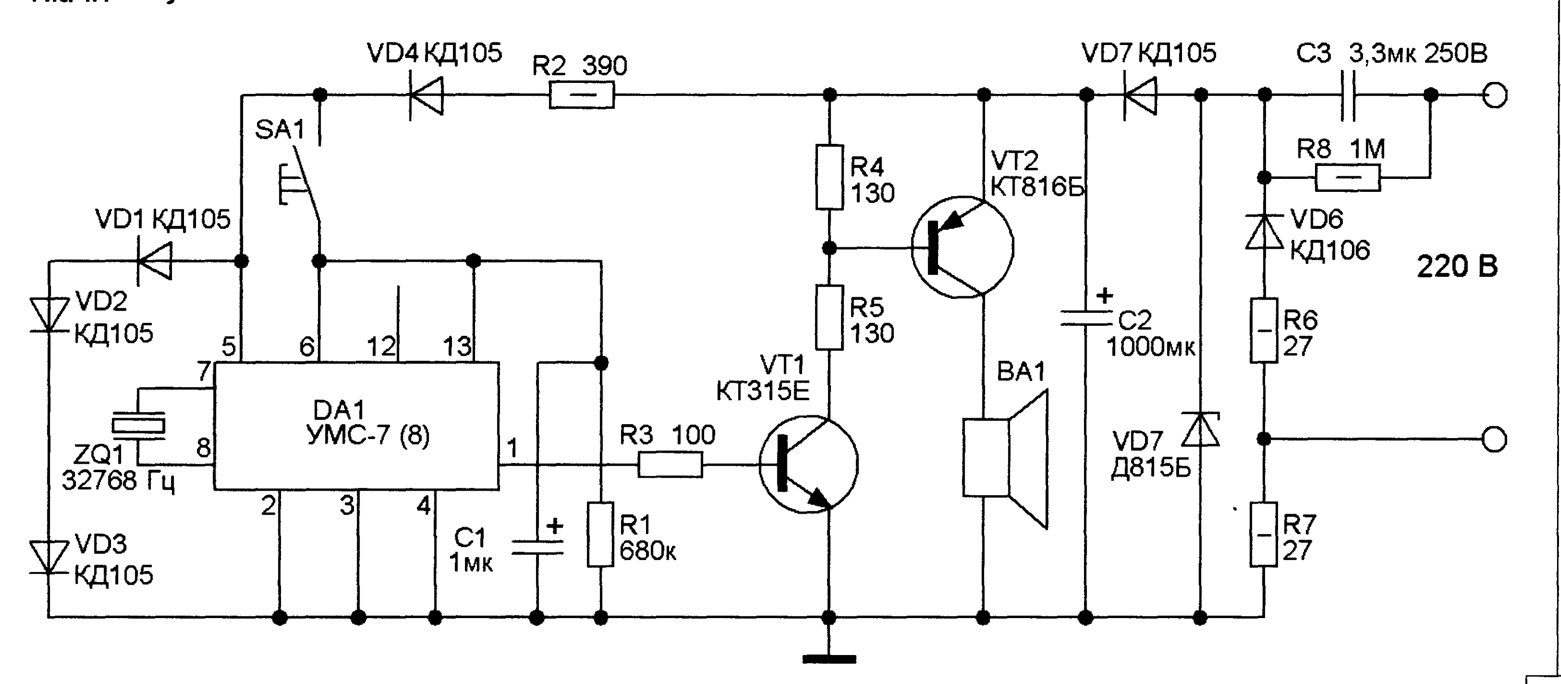
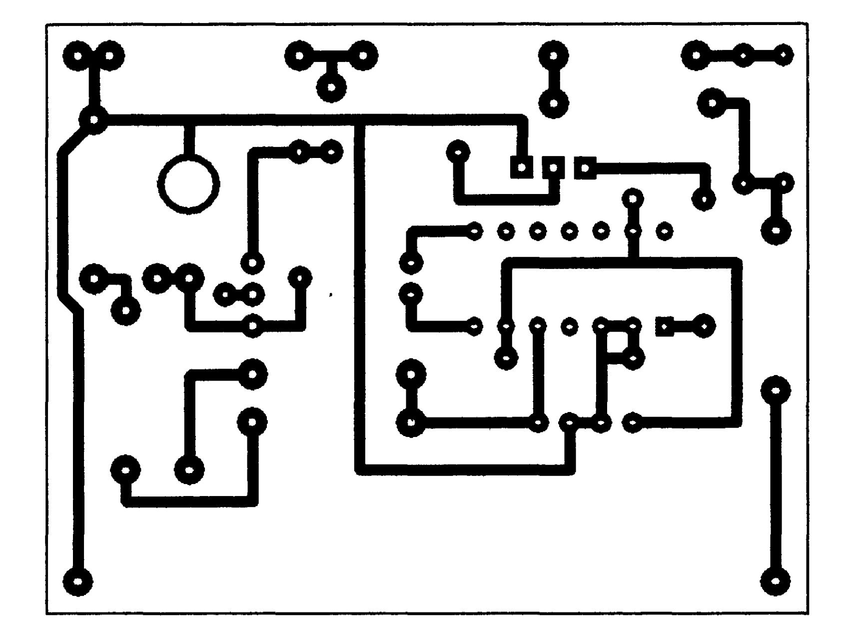

VD4 КД105
R2 390
VD7 КД105
C3 3,3мк 250В
SA1
R8 1М
R4
130
VT2
КТ816Б
VD1 КД105
VD6
КД106
220 В
VD2
КД105
5
6
12
13
R5
130
C2
1000мк
R6
27
7
DA1
УМС-7 (8)
VT1
КТ315Е
BA1
ZQ1
32768 Гц
8
1
R3 100
VD7
Д815Б
2
3
4
C1
1мк
R1
680к
R7
27
VD3
КД105

Рис. 4.6

C4 X1 R6 R7 R8 VD6 X2 VT1 R5 VD7 VD3 R4 R3 DA1 Q1 VD5 VT2 R1 VD4 R2 VD2 C2 C1 VD1 C3

Рис. 4.5



Глава 5

Программируемый музыкальный автомат

Программируемые музыкальные автоматы очень популярны у радиолюбителей. При относительной простоте они позволяют получить довольно качественное звучание. Способ синтеза музыкальных звуков позволяет записать в ПЗУ (постоянное запоминающее устройство) большое количество мелодий.

Один из вариантов такого автомата приведен на рис. 5.1. Функционально автомат можно разделить на 5 блоков: тактовый генератор (DD1.1, DD1.2, R1, C1), тональный генератор (DD1.3, DD1.4, DD1.5, R2, C2), ПЗУ микрокоманд (DD3), блок делителей (DD4—DD8), УНЧ (R9, VT3,VT4).

Работает автомат следующим образом. С выхода тактового генератора импульсы поступают на счетчик адреса ПЗУ (микросхема DD2). Выходы счетчика подключены к адресным входам ПЗУ микрокоманд. Выходные сигналы ПЗУ поступают на информационные входы делителей (DD4, DD5 — основной делитель, DD6, DD7 — унисонный делитель). При появлении на выводе 11 счетчиков уровня логического «нуля» происходит загрузка кода микрокоманды в счетчики. Импульсы, поступающие с тонального генератора на счетные входы делителей, вычитаются из кода, загруженного из ПЗУ микрокоманд, и на выходе делителей появляются импульсы с частотой, пропорциональной кодам, записанным в ПЗУ (назовем их «тональными»). Далее «тональные» импульсы поступают в формирователь меандра (DD8). С выходов формирователя меандра «тональные» импульсы через резисторы R7, R8, R9 поступают на базу составного транзистора (VT3, VT4) и далее — на громкоговоритель BA1.

Печатная плата устройства приведена на рис. 5.2, а расположение элементов на плате — на рис. 5.3.

В качестве примера в таблице 5.1 приведены коды для прошивки ПЗУ К573РФ2 с записью примерно 50 популярных мелодий.

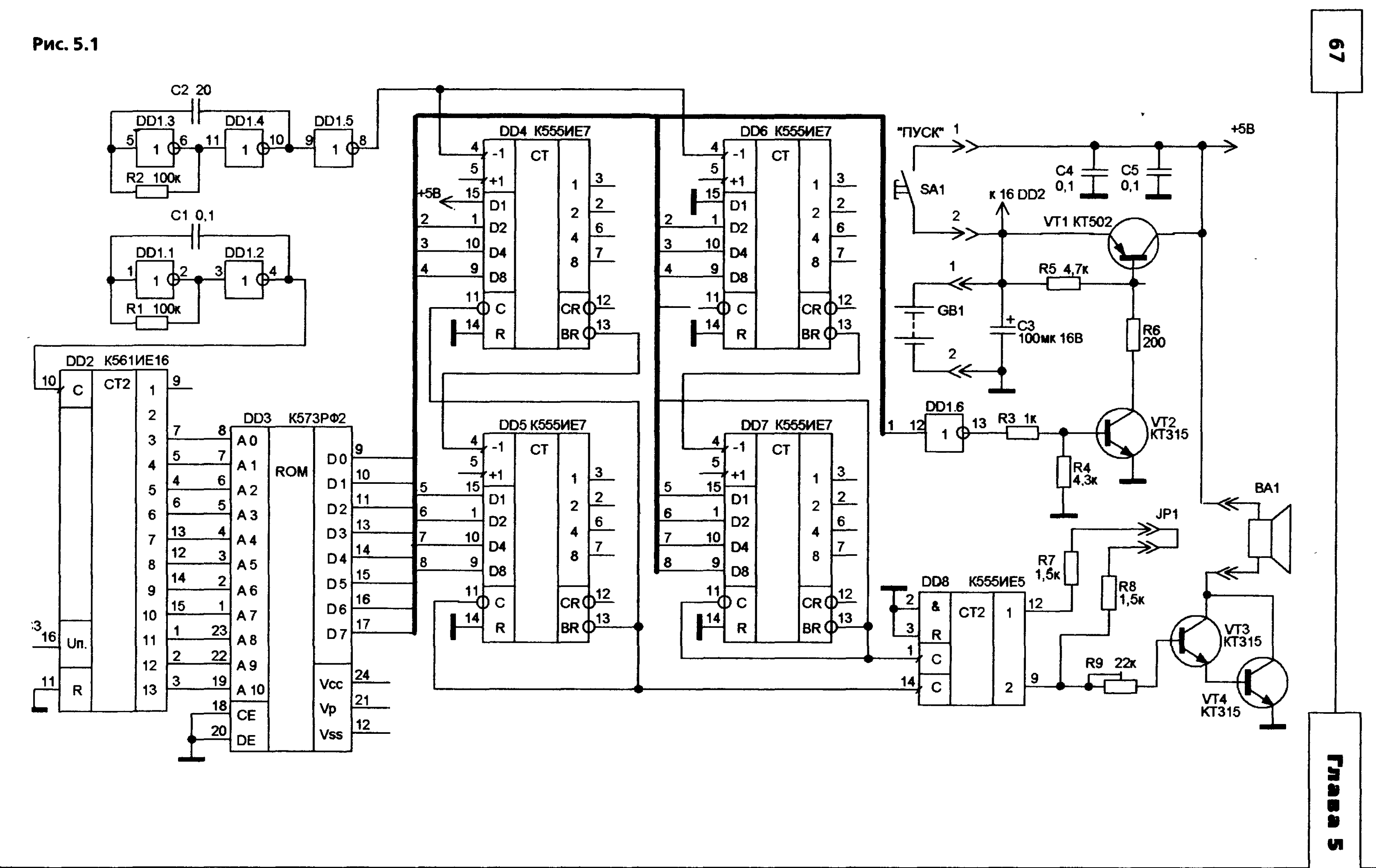
Таблица 5.1

```
:1000000001660066665A66727278889898CACACA8B
:10001000CA00CA98988878727278886666666663A
:1000200001660066665A66727278889898CACA0035
:100030000098727278886666788898989898000018
```

```
:1000400016666565A666666660000807266667268
:10005000808888008898888888880000000000D0
:100060001980098606060606066726666666AF
:10007000666727872727272808088889898989892
:1000800016C006C786C665A5000505098505A5A67
:10009000A06C504C78504C807878787878000000CC
:1000A00001989898A0CAF2F2F20000CACAA0A088EB
:1000B0008898989 8CAA0A0A098A0A0A0A0A000008E
:1000C000018090B4B4D600D6D6D6B4B4C0C000C0B7
:1000D000C0989880800080787800787878787878F0
:1000E00015A5A6666787266667872666672788 8B1
:1000F000885A005A6672787266667872666672789 6
:100100001787278787290907278728 08090AAAA42
:10011000908078727 2C0C090907272728080888075
:10012000019872606672607266729080989898 9872
:10013000009872606672607266729 8A0AAAAAAAAF3
:10014000014844484C4844480048444836484850D0
:10015000005048505A60505A005A5A606C726C6C89
:100160001786C605A505A60606C5A5A60606C78C2
:10017000789088786C606C7878A088889090A0B42B
:100180001988878789888788898A0B4A09888A0F2
:10019000CA9888787898887888 98A0B488A0CA98EF
:1001A0001AA8066564C5660666066728080AAAA74
:1001B000AA8072808888AAAAAA606672666680801 1
:1001C00015A6C88A0B46C7878B46C7878B46C8878
:1001D000885A6C88A0B46C7878B46C78B488888 8B5
:1001E000172485A4C56005656725660606C006C4C
:1001F0006C804C56565A005A5A72484C4C565656B9
:10020000015A6672788 8885A6666787878000000A5
:1002100000667278889090667272727272000000 46
:10022000018888 9898AAAAB4B47878788890 90B40D
:10023000B47272727888888872CACACACACACA0076
:1002400001F2A0B48888889878007878787878 78EF
:1002500000F2A0B48888889872007272727272720A
:1002600001B4788866666672606 0605A5050505A71
:100270006060605A50727888989898989898 0000B2
:10028000015A5A50505066727272727272 72665A85
:1002900005A5A507878787878787878780000000 22
:1002A00015A005A666C6C88885A5A66666C6C00F3
:1002B000885A5A66666C6C5A6666666666600000006
:1002C000015A5656665A5A005A565666665A5A5A2D
:1002D000727278787866666666666000000000000D4
:1002E000017878007878007878889872727888 66D3
:1002F0006672785A5A6672007272665A5050505 03E
:10030000018888 56565A5A66666666666667272 78BC
:10031000789898 5A5A66667272727272727272000097
:100320000166006666 6C006C6C006C006C786C6634
:100330007878006600666666 6C006C786C66787823
:10034000001A0A0CAB4A0A07880A0A0A0A0A0A000F6
:1003500000A0B4CAB4A078A09888888888888888004B
:100360000160 60606C7880909000907 88090A090A0
:10037000C0D6C0C0C0C0C0C0C0C000000000000000E7
:1003800001D600D6D6A09088786C6666006666 6650
:100390006600660066 66B4A0909088786C6C6C6CA1
:1003A00001808 0786C6C80A0A0A0A000005A5A60E8
:1003B000606C6C78786C6060008078786C6C6C0035
:1003C0001CACAC0C0C0C0787880809090909 0C0A8
:1003D000C09090A0A0AAAAC0C0AAAAA0A0A0A00055
:1003E0001A0A0A090808090A0AAC0AAA09090D6C2
:1003F000A0A090808090A0AAC0AAA09090000000 29
:1004000001C060606000600060 6C786C6C6C6C6C4B
:1004100000000000C05A5A005A005A606C6060606068
:1004200001CAB4A0A0AAA07878A0CAB4B40000D62B
:10043000CAB4B4C0B49898A0D6CACA0000000000DC
```

:1004400001C0C090908080787878780000908078A3
:10045000789080787880786060 6CB4B4B4B4B4007C
:100460000190889090D6C0B4D690889090C0B4A0E7
:10047000C090889090C0B4A0A090889090909090E8
:1004800001908078 6C78809000908078 6C78809073
:10049000000908078787878 6C6C6C6C7878808000CC
:1004A00001C09098908090A090A0A0B4B400B4B483
:1004B000B400D6A0AAA090A0D6B4C0C0C0C0C0004E
:1004C00001C000C0C090C000C0C090C0B400B4C0A3
:1004D000B4B4B4D600D6D6A0D600D6D6A0D6C0C066
:1004E00001888800889 0A0A0D6D6888090A0A0A07F
:1004F0000088008890A0A0D6D690A000A0A0AAAAAC
:100500001F2CAA0CAB4B4CAD6A0A0B4B4F2F2F23E
:10051000F2CAA08800887878889 8A0A0A0A00000DF
:1005200001D68890788890A000A0D688907888908E
:10053000A000A0D68890788890A0AAA0909090 90D3
:1005400001B4B4F2F2B4B4A0A088889898A0A0B482
:10055000B4A0A0A0A0A0A0A0A0000000000000047
:1005600001A0A000A0A0C0C0F2F2727272788888C8
:1005700078788888887888989898989898 00000063
:1005800016C6C78788888909090 90A0A000000012
:100590006C6C787888880088888888909000000043
:1005A00001908878 5A66660000908878 66006666D2
:1005B0006C6C9090907888888888800000000000001B
:1005C0001786C6678989866 6C6C88786C88A0A0C6
:1005D0006C787898887898B47880786CB4CACACAED
:1005E000018880 88AA888088AA9888989888880036
:1005F0000888088B4988088B4AA98AAAACACA0039
:10060000001B4A098987878A0A0A0A0CACACACA8845
:100610008888B49898A0A0B4B4B4B4CACACACA00AE
:1006200001D6D6CACAB4B4D6D6CACAB4B49898A0A9
:10063000A0D6D6D600D6CACAD6F2F2000000000074
:100640000014C004C4C565A6666564C56565A5A5AED
:100650005A5A725A5A66727878667872727272 72E0
:100660000198887872727878987278987272 78782F
:10067000987878787878888898A0A0A0A0A0A00022
:100680001F2C0A072727878A07278A0727278A01D
:10069000A0727272727272787888889898989816
:1006A00001786C666C78666C78886C666C7878001B
:1006B000786C666C78666C78886C787878780000EE
:1006C000019090 9090B400B4A0B49090909000000ED
:1006D00090909090 6C5A606C006C8890A0A0A0A044
:1006E00001565A565A726666565A5A4C4C5656001D
:1006F0000565A565A72666656 5A5A72726666663C
:100700001A0A0C0B4B40000780078007878800020
:1007100080008080 90D6C0C00000C080909090 0083
:1007200015A5A88884C44565A666666666 88888894
:1007300088666678785A665A6688888888888800C5
:10074000019898888080809 8800080889888888CADE
:1007500000888880727272 88720072808898989877
:1007600001666 64C4C56564C56600060667 2666672
:10077000989800606072666680 88CA808898989 8A9
:10078000001B49878788898787878880088888888FC
:100790000A0988888A098B4B4B4B4B400000000 55
:1007A00001CAB4A0A0AAA07878A0CAB4B40000007E
:1007B0000D6CAB4B4C0B49898A0D6CACA00000083
:1007C0001F2F2CA98888888B498A0B4A088889862
:1007D0009800F2CAB4CA7278725A5A5AA0CACACADF
:1007E000017272AAB4B4AAAAAA7272AAB4B4AAAACA
:1007F000AA7878B4CACAB4B4B47878B4CACAB4B45B
:00000001FF

Рис. 5.1


DD1.3
DD1.4
DD1.5
C2 20
R2 100к
C1 0,1
DD1.1
DD1.2
R1 100к
DD2 К561ИЕ16
DD3 К573РФ2
ROM
DD4 К555ИЕ7
DD5 К555ИЕ7
DD6 К555ИЕ7
DD7 К555ИЕ7
DD8 К555ИЕ5
DD1.6
"ПУСК"
SA1
+5В
C4 0,1
C5 0,1
к 16 DD2
VT1 КТ502
R5 4,7к
GB1
C3 100мк 16В
R6 200
R3 1к
VT2 КТ315
R4 4,3к
BA1
JP1
R7 1,5к
R8 1,5к
R9 22к
VT3 КТ315
VT4 КТ315

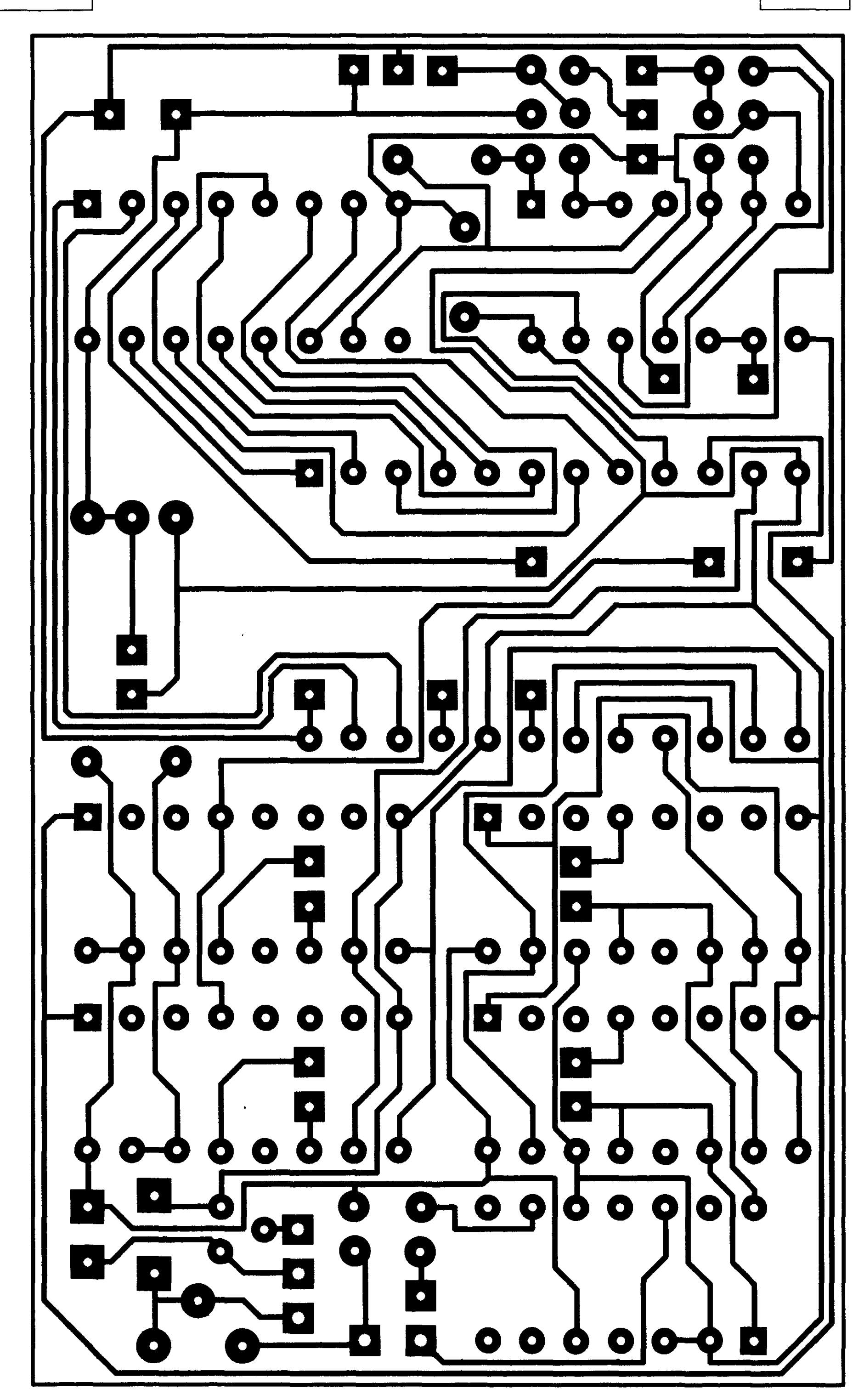
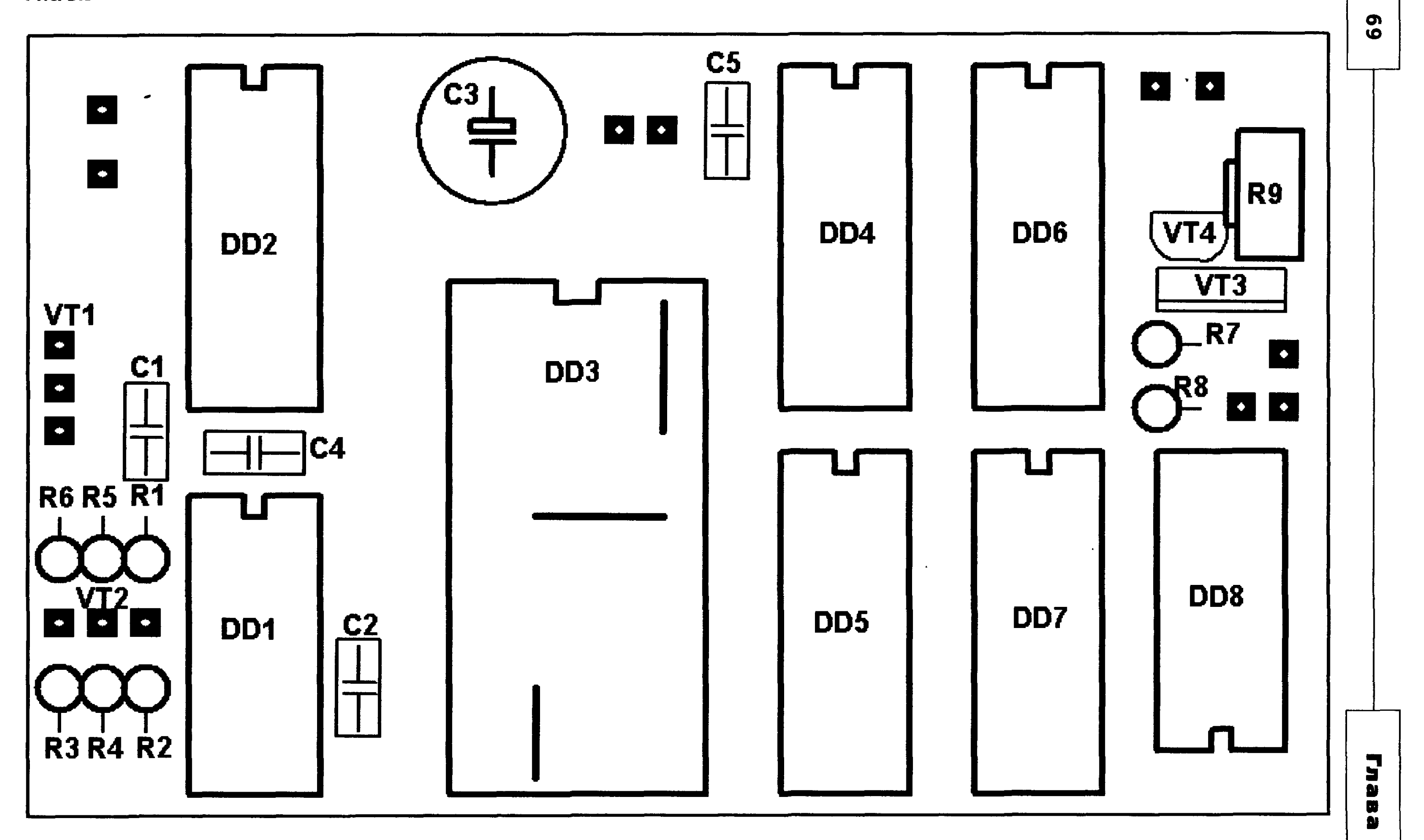


Рис. 5.2

Рис. 5.3


C5
C3
DD2
DD4
DD6
R9
VT4
VT3
VT1
DD3
R7
C1
R8
C4
R6 R5 R1
VT2
DD1
C2
DD5
DD7
DD8
R3 R4 R2

Глава 6

Программируемые «говорящие» автоматы (синтезаторы речи)

6.1. 8-битный программируемый «говорящий» автомат

Схема синтезатора изображена на рис. 6.1.

На элементах DD1.1–DD1.3 собран задающий генератор. Резистором R2 можно изменять частоту генератора и, соответственно, темп воспроизведения речи или мелодии. Счетчики DD2, DD3 осуществляют перебор адресов ПЗУ DD4, в котором записана оцифрованная звуковая информация. При включении питания происходит обнуление счетчиков схемой сброса R1C1. Перемычками JP1, JP2 выбирается тип используемого ПЗУ (и, соответственно, разрядность счетчиков). На элементах R3–R10 и C4, C5 собран простейший цифро-аналоговый преобразователь. Как показывает практика, удобнее всего использовать только шесть разрядов, отбросив самый младший и самый старший разряды. Дело в том, что старший разряд, как правило, не вносит значительной доли информации. А младший вносит в сигнал значительный шум (так называемые шумы дискретизации). В качестве усилителя мощности использован УНЧ LM386. Выбор данной микросхемы обусловлен следующими соображениями: малые габариты, простота использования и минимальные нелинейные искажения. С несколько худшими результатами можно использовать любой другой малогабаритный УНЧ с соответствующей схемой включения (например, К174УН4, К174УН7, К174УН14 или TDA2003, TDA2030 и т.д.). Резистором R9 регулируется громкость воспроизведения.

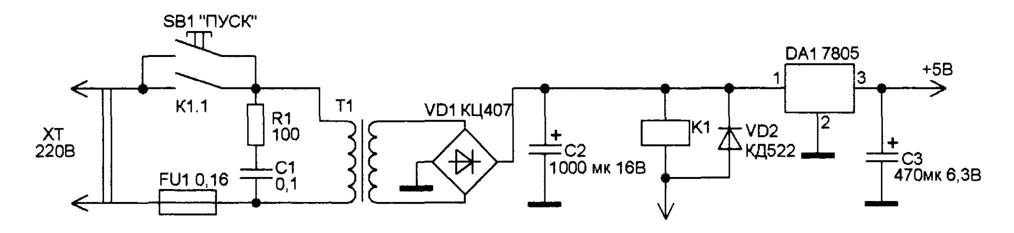
На транзисторах VT1, VT2 собрана схема управления питанием всей схемы. Рассмотрим работу схемы при питании от сети. Схема сетевого блока питания приведена на рис. 6.2. При нажатии кнопки SB1 на реле через транзистор VT1 подается напряжение и реле самоблокируется одной из своих обмоток. По окончании перебора адресов импульс со старшего разряда счетчика через инвертор DD1.5 поступает на базу транзистора VT1. Транзистор открывается, реле разблокируется и полностью отключает схему от сети.

Для упрощения трассировки платы пришлось переставить местами некоторые адреса. Перестановка адресов производится специальной

Рис. 6.1



Рис. 6.2



программой, которая перекодирует исходный файл. Программа перекодировки находится на прилагаемом к книге компакт-диске.

Оцифрованный звуковой сигнал, записанный в ПЗУ, получают следующим образом. В качестве исходного берется обычный WAV – файл MS WINDOWS формата 8000 или 11025 Гц МОНО. Речевой (как, впрочем, и музыкальный) сигнал удобно получить с помощью программы ФОНОГРАФ той же MS WINDOWS. Файл загружают в любой текстовый редактор. Как правило, первые 100—200 байт не являются информативными. Они содержат служебную информацию, шумы и т.д. Файл выравнивают по размеру используемого ПЗУ, убирая первые 100—200 байт и последние «лишние» неинформативные байты. Далее отредактированный файл загружают в программатор и «зашивают» в ПЗУ.

В таблице 6.1 показано соответствие адресов для схемы, изображенной на рис. 6.1.

В качестве примера в таблице 6.2 (она находится на прилагаемом диске) приведены коды для прошивки ПЗУ 27С512 с записью звона колоколов и фразы: «Откройте, пожалуйста, дверь – к вам гости!».

Печатная плата устройства приведена на рис. 6.3, а расположение элементов на плате – на рис. 6.4.

Таблица 6.1

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
15	01	08	10	00	13	14	11	12	07	05	06	03	09	04	02

6.2. 4-битный программируемый «говорящий» автомат

Как показывает практика, для многих применений вполне приемлемого качества воспроизведения звука можно добиться, используя только четыре разряда (в телефонах с АОН, автоответчиках и т.д.). Поэтому, используя обычное 8-разрядное ПЗУ, можно попытаться записать вдвое больший объем информации. Схема подобного устройства изображена на рис. 6.5. Ее отличие от схемы, приведенной на рис. 6.1,

Рис. 6.3

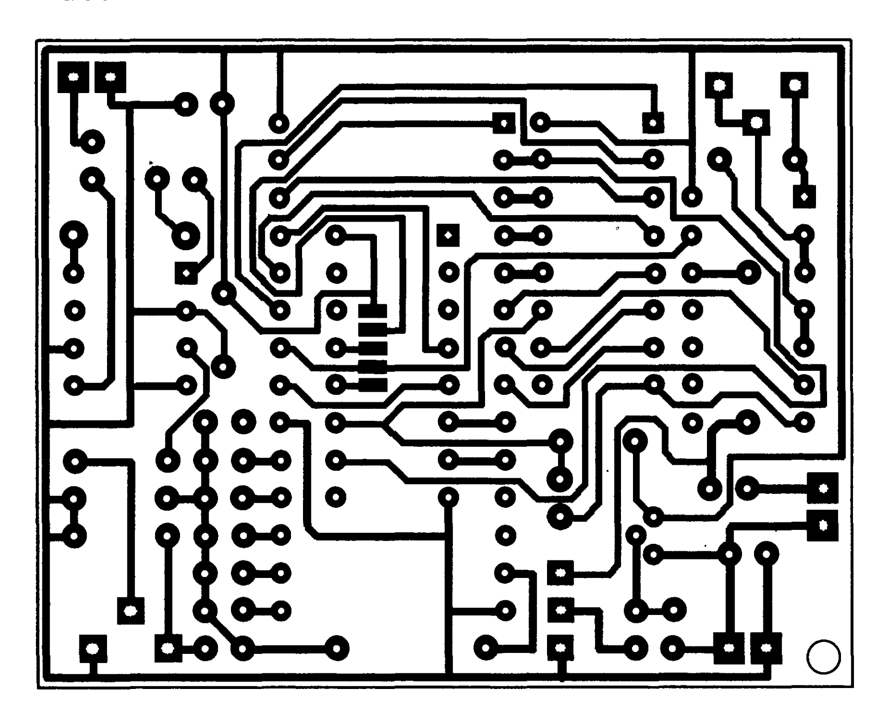


Рис. 6.4

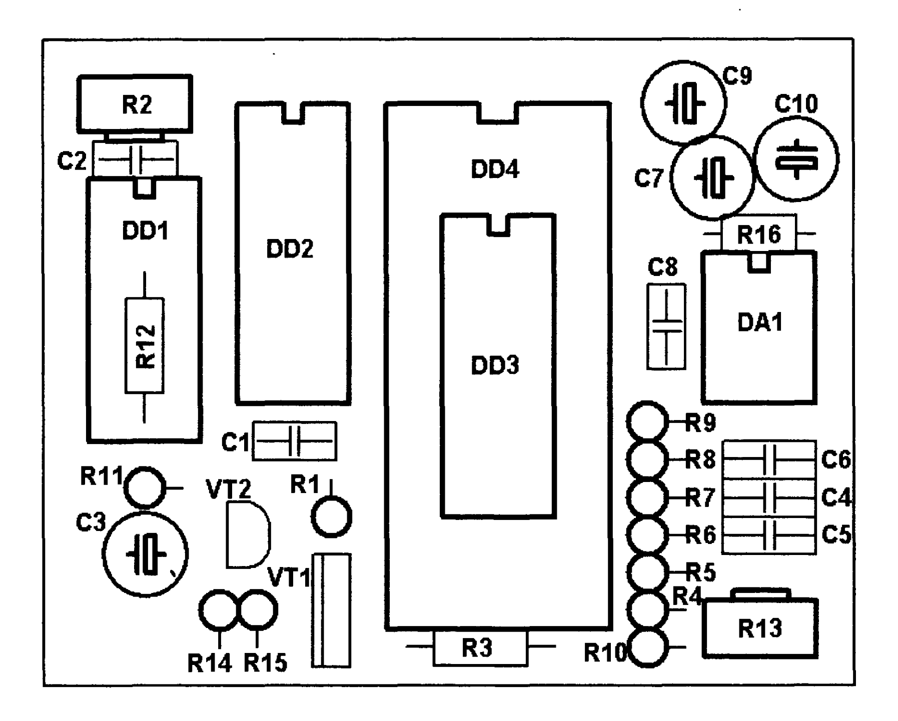
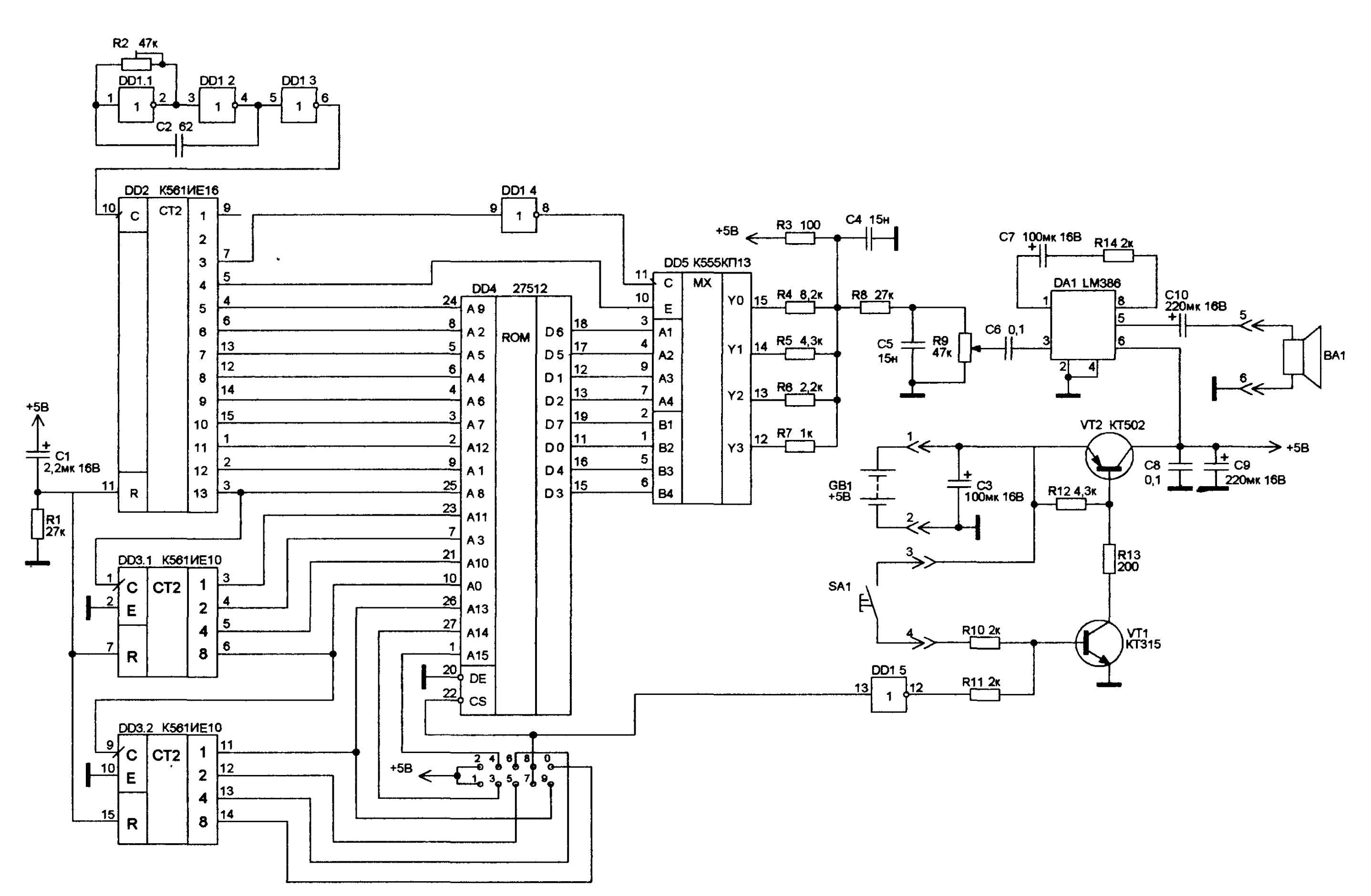

R2
C2
DD1
R12
DD2
DD4
DD3
C9
C10
C7
R16
C8
DA1
C1
R11
VT2
R1
C3
VT1
R14
R15
R3
R9
R8
R7
R6
R5
R4
R10
C6
C4
C5
R13

Рис. 6.5


R2 47к
DD1.1
DD1 2
DD1 3
C2 62
DD2 К561ИЕ16
CT2
DD1 4
DD5 К555КП13
MX
DD4 27512
ROM
R3 100
C4 15н
+5В
C7 100мк 16В
R14 2к
DA1 LM386
C10 220мк 16В
R4 8,2к
R5 4,3к
R6 2,2к
R7 1к
R8 27к
C5 15н
R9 47к
C6 0,1
BA1
VT2 КТ502
C8 0,1
C9 220мк 16В
GB1 +5В
C3 100мк 16В
R12 4,3к
R13 200
SA1
R10 2к
VT1 КТ315
DD1 5
R11 2к
C1 2,2мк 16В
R1 27к
DD3.1 К561ИЕ10
DD3.2 К561ИЕ10

заключается в введении в схему коммутатора DD5. Информация считывается из ПЗУ через коммутатор поочередно с младшей и старшей половинок байта. Во всем остальном работа схемы совпадает с предыдущей. Выбор типа ПЗУ осуществляется перемычками JP1—JP3. Разумеется, для данной схемы нельзя непосредственно использовать файл, полученный для схемы, изображенной на рис. 6.1. Для этого необходимо его обработать специальной программой, которая «округляет» разрядность данных до четырех и «перемешивает» полубайты. Кроме того, программа позволяет изменять порядок расположения адресов и данных, что упрощает трассировку печатной платы. На приведенных схемах порядок расположения адресов и данных изменен таким образом, что печать располагается только с одной стороны, что существенно удешевляет конечную стоимость изделий.

В таблице показано соответствие адресов для схемы, изображенной на рис. 6.5.

В качестве примера в таблице 6.3 (она находится на диске) приведены коды для прошивки ПЗУ 27C128 с записью звона колоколов и фразы: «Откройте, пожалуйста, дверь — к вам гости!».

Печатная плата устройства приведена на рис. 6.6, а расположение элементов на плате — на рис. 6.7.

6.3. 8-битный программируемый «говорящий» автомат с несколькими банками памяти

На рис. 6.8 изображена схема синтезатора речи, позволяющего выбрать желаемую фразу (мелодию) из восьми (четырех) банков памяти. На элементах DD4.1, DD4.2 собран тактовый генератор, задающий темп воспроизведения речи (мелодии). Регулировка частоты осуществляется переменным резистором R10. Выбор желаемого банка ПЗУ и, соответственно, фразы или мелодии осуществляется установкой старших разрядов адреса ПЗУ, формируемых приоритетным шифратором на микросхеме 74HC148. Сигнал E0 DD3 разрешает прохождение импульсов генератора на тактовый вход счетчика DD5 при появлении на одном из информационных входов шифратора сигнала логического «0». Сигнал G разрешает выбор ПЗУ при выборе любого банка. Счетчики DD5, DD6 осуществляют выбор младших адресов ПЗУ. По окончании перебора младших адресов счетчики обнуляются. Для исключения эффекта «дребезга» контактов сигналы, поступающие на вход шифратора, проходят через регистры-защелки на микросхемах DD1, DD2. При случайном нажатии более чем одной кнопки выбирается банк с более высоким приоритетом. Если какой-то банк выбран, то до окончания воспроизведения фразы (мелодии) выбор другого банка невоз-

Рис. 6.6

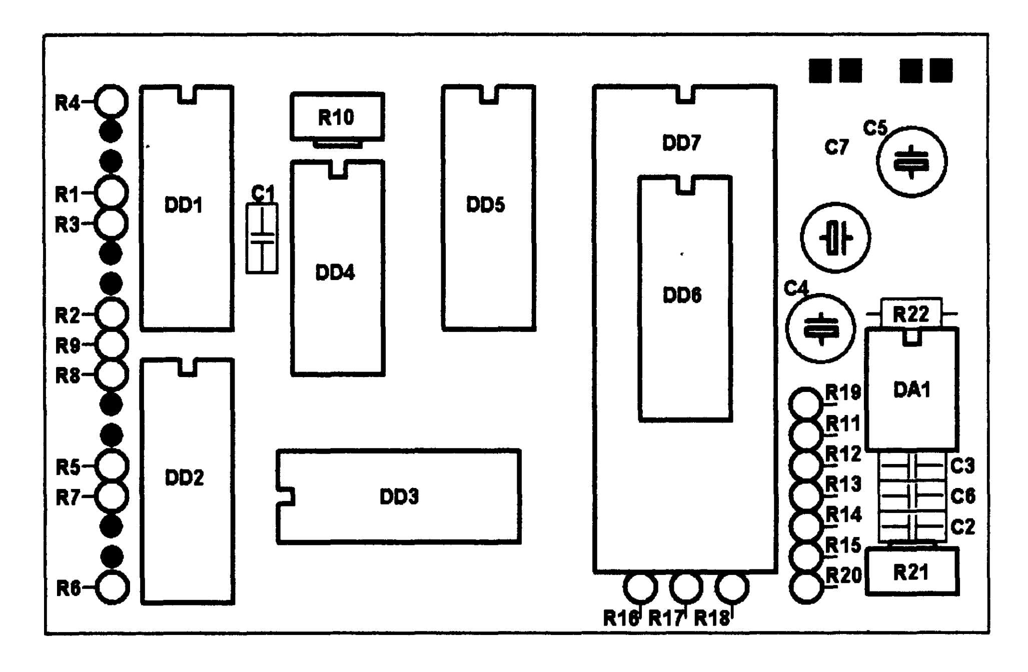
Рис. 6.7

Рис. 6.8

Рис. 6.9

Рис. 6.10

Рис. 6.11



можен. По окончании воспроизведения происходит установка регистров-защелок в исходное состояние и устройство готово к выбору следующего банка. Количество банков можно уменьшить вдвое, если исключить из схемы регистр-защелку DD2 и элементы R5–R8. Неиспользуемые информационные входы шифратора необходимо подключить к источнику питания. Если емкость ПЗУ при этом оставить неизменной, то объем каждого банка возрастет вдвое. При этом количество младших адресов увеличивается на один, а у шифратора используются только младшие два разряда адреса. Приоритетный шифратор можно заменить микросхемой К555ИВ1, которая является полным функциональным аналогом и совпадает с ней по назначению выводов. При этом несколько возрастет потребляемая мощность устройства.

Рисунки обеих сторон печатной платы устройства приведены на рис. 6.9 и 6.10, а расположение элементов на плате – на рис. 6.11.

Глава 7
Миниатюрный блок питания

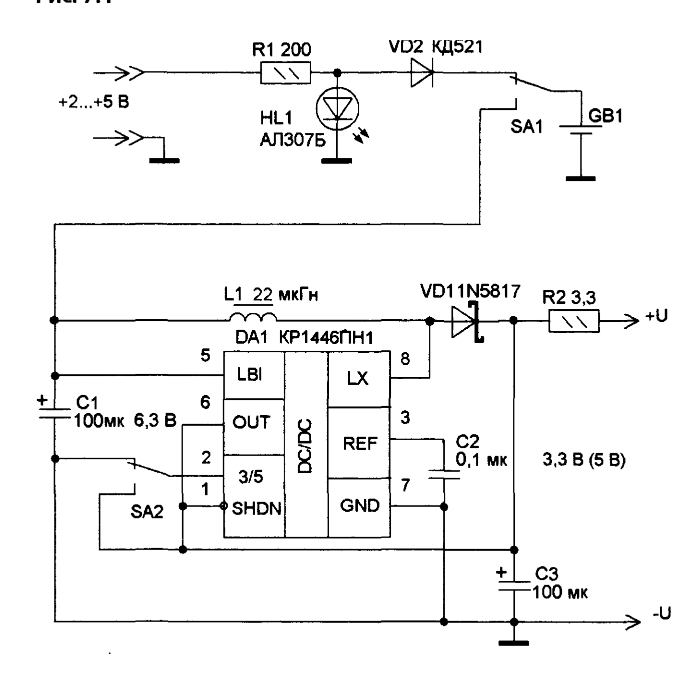
В повседневной практике радиолюбителя (и не только!) возникает потребность в компактном источнике напряжения 3–5 В. Чтобы постоянно иметь под рукой такой источник, приходится носить с собой несколько аккумуляторов или пальчиковых батареек.

Появление миниатюрных интегральных преобразователей позволяет легко решить эту проблему. Удалось собрать компактное (55×30×10 мм) устройство с питанием всего от одной (!) пальчиковой батарейки или аккумулятора типоразмера АА или ААА. Выходное напряжение 3,3 В при токе до 200 мА или 5 В при токе до 100 мА.

Схема преобразователя изображена на рис. 7.1. Преобразователь построен на базе отечественной микросхемы КР1446ПН1, включенной по типовой схеме. Рассмотрим работу преобразователя подробно.

Преобразователь содержит простейшее зарядное устройство, позволяющее осуществлять зарядку аккумулятора. Светодиод HL1 пред-

Рис. 7.1



назначен для индикации режима зарядки аккумулятора и одновременно является стабилизатором напряжения. Резистор R1 служит для ограничения тока зарядки и выбирается в зависимости от емкости применяемого аккумулятора (0,1×I, мА).

Переключение режимов работы РАБОТА-ЗАРЯД осуществляется переключателем SA1 (на схеме расположения нижнее положение движка — ЗАРЯД, верхнее положение — РАБОТА), а выбор выходного напряжения — переключателем SA2 (на схеме расположения нижнее положение движка — выбор напряжения +5 В, верхнее положение — выбор напряжения +3,3 В).

Преобразователь собран на односторонней печатной плате размером 46×17 мм из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 0,5—1 мм.

В устройстве применены резисторы МЛТ-0,125, полярные конденсаторы типа К50-35 (мини), неполярные конденсаторы — типа К10-7 или импортный аналог. Светодиод HL1 — любой типа АЛ307 или аналогичный. Дроссель L1 — готовый миниатюрный типа ЕС24 или самодельный. Диод VD1 преобразователя — 1N5817 или 1N5819. Диод VD2 — обычный кремниевый, тип — КД521 (КД522) с любым буквенным индексом. Переключатели — любые движковые на два положения, подходящие по размеру.

Микросхему преобразователя можно заменить импортным аналогом MAX756. При этом существенно увеличатся выходные токи (до 300 мА при напряжении 3,3 В и до 200 мА при напряжении 5 В) и несколько возрастет КПД. Следует, однако, учесть, что импортный аналог заметно (в несколько раз!) дороже микросхемы КР1446ПН1.

Печатная плата устройства приведена на рис. 7.2, а расположение элементов на плате — на рис. 7.3.

Рис. 7.2

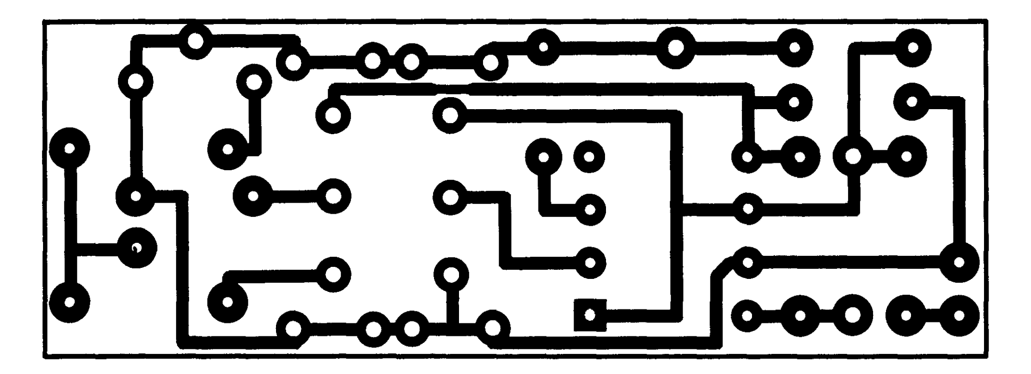
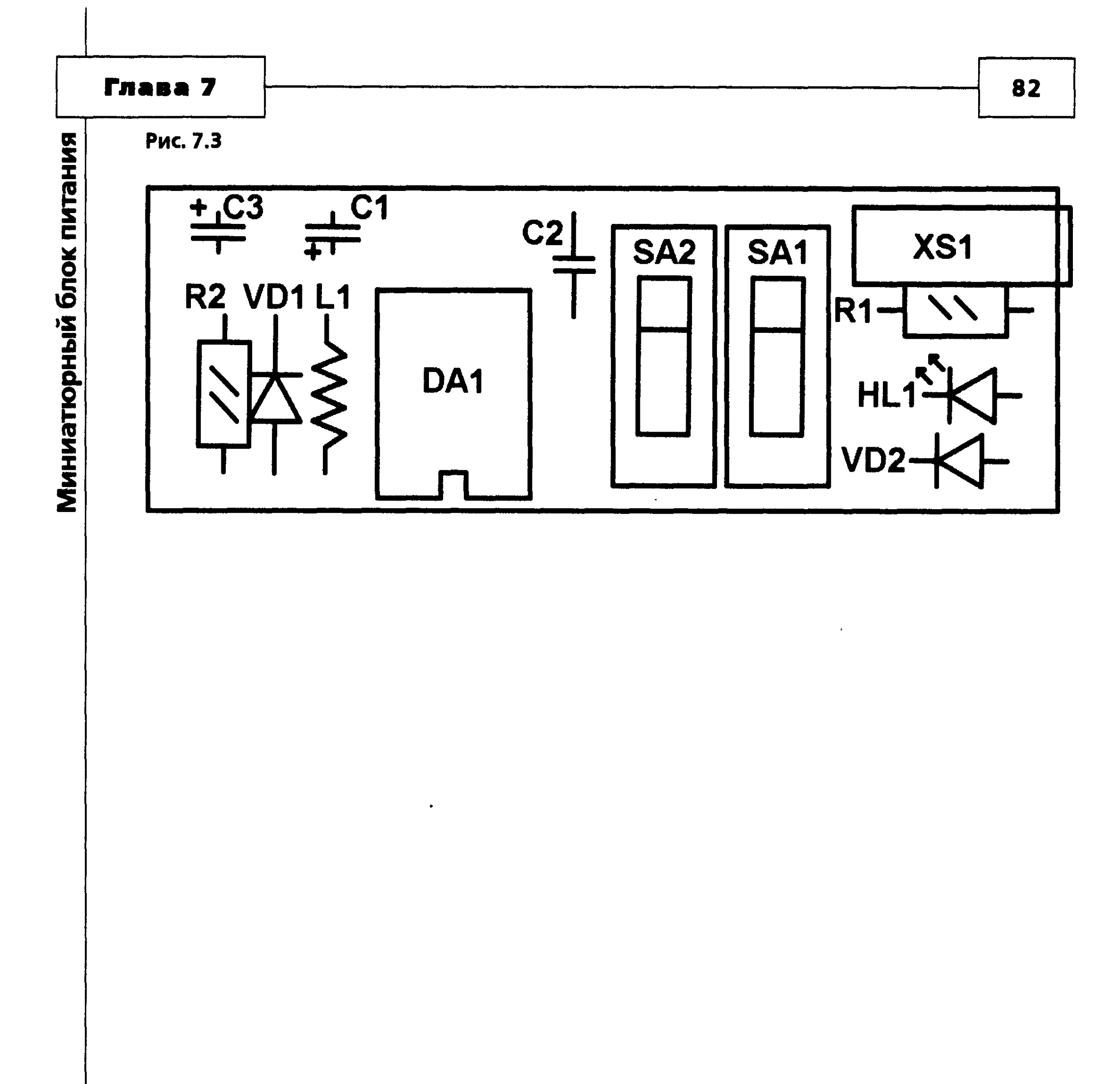


Рис. 7.3



Глава 8

Блок питания для переносной аппаратуры

Для питания переносной аппаратуры в домашних условиях часто применяют сетевые блоки питания. Это не всегда бывает удобно, так как не всегда по месту применения есть свободная сетевая розетка. А если нужно иметь два или три разных источника питания? Одно из решений – сделать по возможности универсальный блок питания. А в качестве внешнего источника использовать, например, USB-порт компьютера. Как известно, в стандартном USB-разъеме предусмотрено питание для внешних устройств напряжением 5 В при токе около 500 мА. К сожалению, для работы большинства переносной аппаратуры требуется 9 или 12 В. Но появление специализированных микросхем преобразователей напряжения существенно упрощает задачу создания блоков питания с необходимыми параметрами. На рис. 8.1 изображена схема варианта блока питания, позволяющего получить 9 или 12 В питания из 5 В USB-порта.

Основа схемы – специализированная микросхема MC34063 (российский аналог – К1156ЕУ5). Микросхема MC34063 представляет собой схему управления DC/DC-преобразователем. Она содержит термокомпенсированный источник опорного напряжения (ИОН), компаратор, генератор с регулируемым рабочим циклом, схему ограничения тока, выходной каскад и сильноточный ключ. Данная микросхема специально разработана для применения в повышающих, понижающих и инвертирующих преобразователях с минимальным количеством элементов.

Напряжение, получаемое повышающим преобразователем, определяется двумя резисторами – R2 и R3. Подбор резисторов осуществляется из расчета, что на входе компаратора (вывод 5) должно быть напряжение 1,25 В. Расчет номиналов резисторов для схемы на рис. 8.1 можно производить по несложной формуле:

$$U_{вых}/(R2 + R3) = 1/25 \times R3.$$

Задав выходное напряжение и номинал резистора R3, можно легко вычислить номинал резистора R2.

Рисунок печатной платы преобразователя приведен на рис. 8.2, схема расположения элементов – на рис. 8.3.

Рис. 8.1

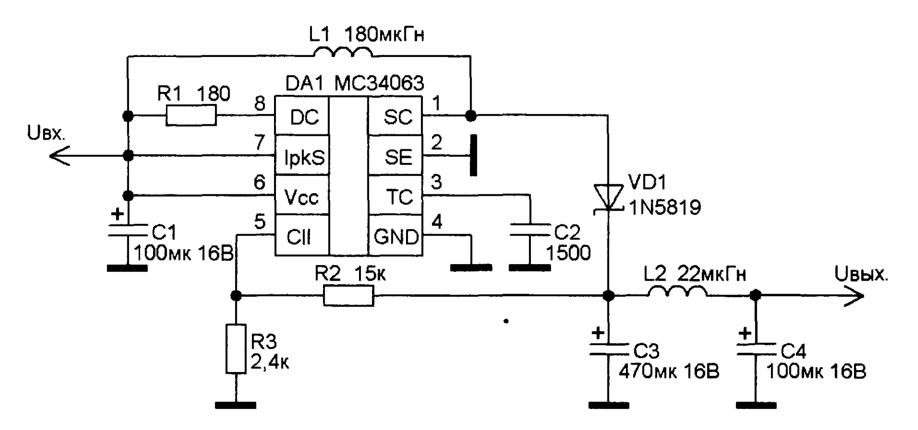


Рис. 8.2

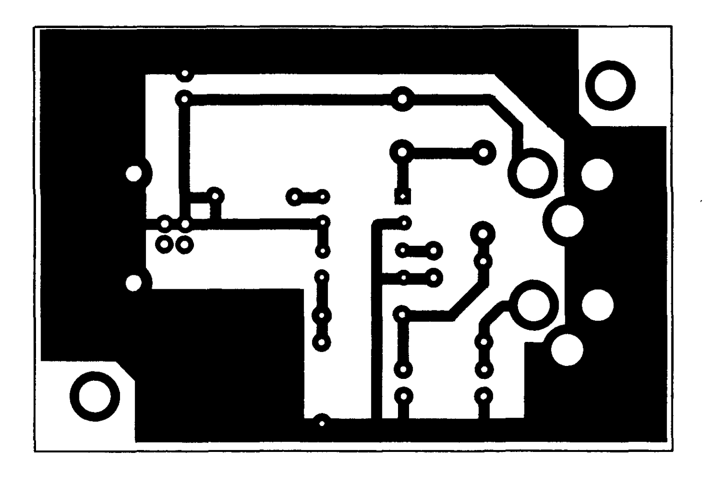
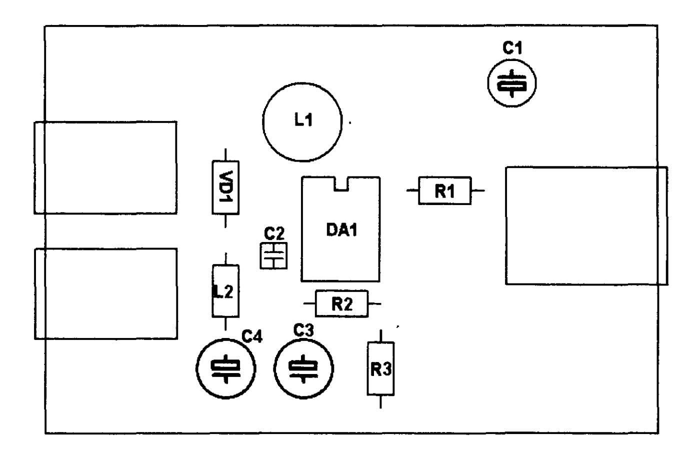


Рис. 8.3



Поскольку выходное напряжение задается резисторным делителем, можно усовершенствовать схему, добавив в нее переключатель, позволяющий получать различные напряжения по мере необходимости. Вариант преобразователя на два выходных напряжения (9 и 12 В) приведен на рис. 8.4. Рисунок печатной платы преобразователя приведен на рис. 8.5, схема расположения элементов — на рис. 8.6.

Резисторы, применяемые в устройстве, — любые, мощностью от 0,125 до 0,5 Вт, типа МЛТ или С2-29, неполярные конденсаторы — типа КД, КМ, К10-17 и т.п. Электролитические конденсаторы — типа К50-29, К50-35 или аналогичные. Индуктивность дросселя L1 — 120–180 мкГн, с рассеиваемой мощностью не менее 200 мВт. В качестве дросселя L2 применена интегральная индуктивность типа ЕС24 или аналогичная. Индуктивность этого дросселя — от 10 до 33 мкГн.

Рис. 8.4

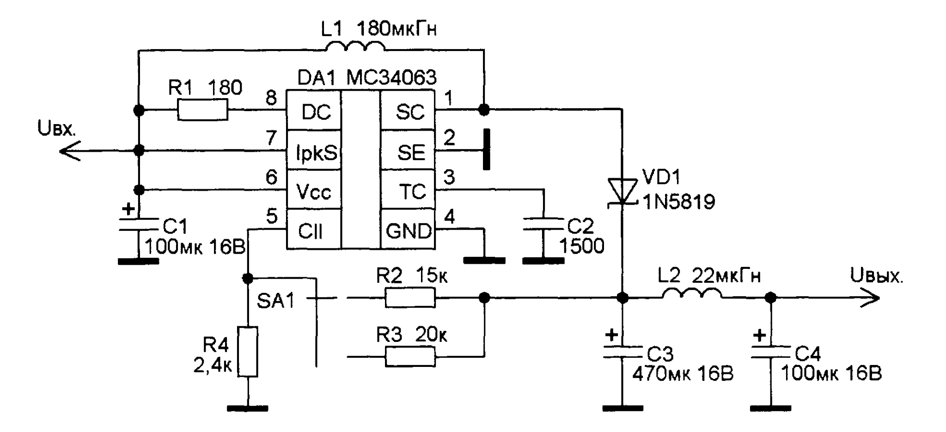


Рис. 8.5

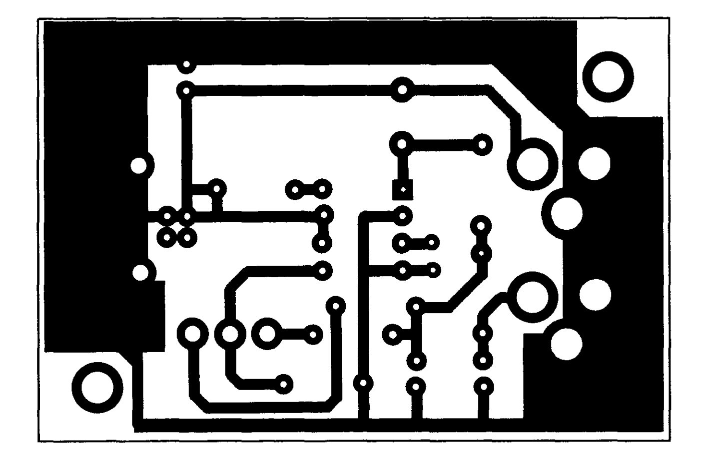
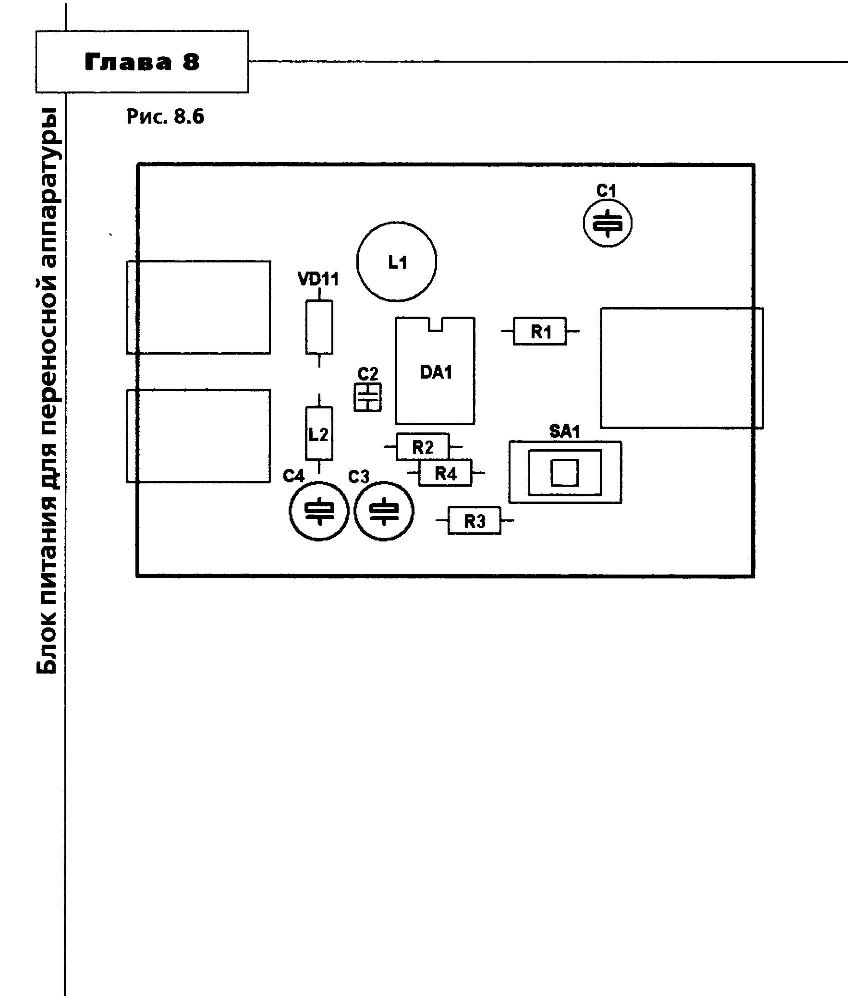


Рис. 8.6



Глава 9
Схемы на сверхъярких светодиодах

Преимущества светодиодов перед лампами накаливания очевидны: надежность, долговечность, стабильность работы, малое (в разы!) потребление энергии. Недостатков два: относительно высокая цена и сравнительно высокое рабочее напряжение. Впрочем, в последнее время появляются и светодиоды с малым напряжением питания (1,5 В и ниже).

Но и эти недостатки, судя по темпам развития полупроводниковых технологий, в скором времени совершенно нивелируются. Цены на сверхъяркие светодиоды постоянно снижаются. Поэтому применение сверхъярких светодиодов в радиолюбительских конструкциях – вполне закономерное и естественное явление.

9.1. Светодиодный электронный фонарь

Изготовить светодиодный фонарь с питанием всего от одной пальчиковой батареи типоразмера АА или ААА – вполне радиолюбительская задача.

Но цены на диоды с рабочим напряжением менее 1,5 В (как правило, 2,4 В) пока в несколько раз превышают цены на «высоковольтные» диоды (3,3–5 В и выше). Однако последняя проблема в настоящее время достаточно просто решается применением интегрального преобразователя. Данное решение позволяет питать такой источник света всего от одной пальчиковой батарейки! Тем более что отечественной промышленностью несколько лет назад освоено производство такого преобразователя. Это микросхема (КР1446ПН1), которая является полным аналогом микросхемы MAX756 (MAX731) и имеет практически идентичные характеристики.

Принципиальная схема изображена на рис. 9.1. При разработке данной конструкции ставилась следующая задача: создать компактный экономичный переносный источник света, используя в качестве основы стандартный фонарь с питанием от двух пальчиковых батареек с минимальными переделками (а еще лучше – вообще без переделок!). Предполагалось также применение стандартных комплектующих, не требующих каких-либо механических работ (вроде намотки катушек или доработки светоизлучающих элементов).


L1 22 мкГн
VD1 1N5817
R1 3,3
DA1 КР1446ПН1
5
LBI
8
LX
6
OUT
2
3/5
1
SHDN
DC/DC
3
REF
7
GND
+
C1
100 мк х 6,3 В
GB1
1,5 В
SA1
C2
0,1 мк
EL1
10WSSC-A
+
C3
100 мк х 6,3 В

Рис. 9.1

За основу конструкции был взят широко распространенный фонарь, в котором в качестве источника питания используются две пальчиковые батарейки (аккумуляторы) типоразмера АА. Подобные фонари производят многие фирмы, в том числе и «безымянные».

Схема преобразователя должна занимать место, не превышающее по размерам один пальчиковый элемент. Этого удалось добиться, изготовив печатную плату по длине и ширине, равную габаритам стандартного элемента питания типоразмера АА. Все элементы конструкции, за исключением светодиода, размещены на этой плате.

Плата преобразователя помещается в фонарь вместо второго элемента питания. С одного торца платы припаян контакт из луженой жести (была использована жесть из-под банки для сгущенного молока) для питания схемы, а с другого — светодиод. На выводы светодиода надет кружок из той же жести. Диаметр кружка должен быть чуть больше диаметра цоколя отражателя (на 0,2—0,5 мм), в который вставляется патрон. Один из выводов диода (минусовой) припаян к кружку, второй (плюсовой) проходит насквозь и изолирован кусочком трубочки из ПВХ или фторопласта. Назначение кружка — двойное. Он обеспечивает конструкции необходимую жесткость и одновременно служит для замыкания минусового контакта схемы. Из фонаря заранее удаляют лампу с патроном и помещают вместо нее схему со светодиодом. Выводы светодиода перед установкой на плату укорачивают таким образом, чтобы обеспечивалась плотная, без люфта, посадка «по месту». Обычно длина выводов (без учета пайки на плату) равна длине выступающей части полностью вкрученного цоколя лампы.

Схема соединения платы и аккумулятора приведена на рис. 9.2.

Далее фонарь собирают и проверяют его работоспособность. Если схема собрана правильно, то никаких настроек не требуется.

В конструкции фонаря применены, как и предполагалось, стандартные установочные элементы: малогабаритные конденсаторы типа К50-35, стандартные дроссели ЕС-24 индуктивностью 18—22 мкГн, светодиоды яркостью 5—10 кд диаметром 5 или 10 мм. Разумеется, возможно применение и других светодиодов с напряжением питания 2,4—5 В. Схема имеет достаточный запас по мощности и позволяет питать даже светодиоды с яркостью до 25 кд!

О некоторых результатах испытаний данной конструкции.

Доработанный таким образом фонарь проработал со «свежей» батарейкой без перерыва, во включенном состоянии, более 20 часов! Для сравнения — тот же фонарь в «стандартной» комплектации (то есть с лампой и двумя «свежими» батарейками из той же партии) проработал всего 4 часа.

И еще один важный момент. Если применять в данной конструкции перезаряжаемые аккумуляторы, то легко следить за состоянием уровня их разрядки. Дело в том, что преобразователь на микросхеме

Рис. 9.2

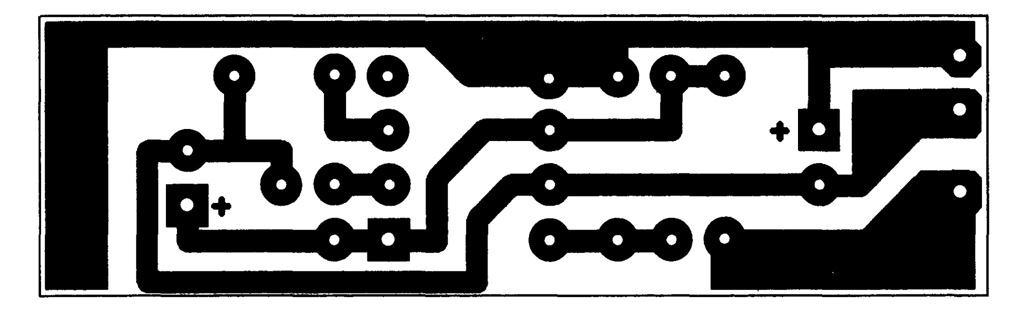


Рис. 9.3

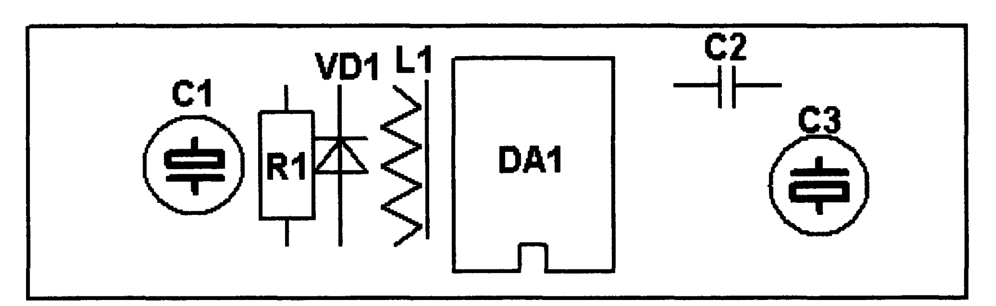
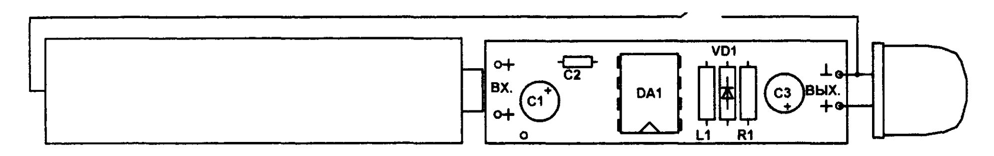


Рис. 9.4



КР1446ПН1 стабильно запускается при входном напряжении 0,8–0,9 В. И свечение светодиодов стабильно яркое, пока напряжение на аккумуляторе не достигло этого критического порога. Лампа гореть при таком напряжении, конечно, еще будет, но вряд ли можно говорить о ней как о реальном источнике света.

Печатная плата устройства приведена на рис. 9.3, а расположение элементов на плате – на рис. 9.4.

9.2. Миниатюрный электронный фонарь

Появление SMD-компонентов различных типономиналов, аналогов обычных элементов, позволяет создавать миниатюрные конструкции, ничем не уступающие по функциональности изделиям из обычных компонентов, но значительно меньшие по размеру.

На рис. 9.5 изображена схема миниатюрного светодиодного фонаря. Фонарь может работать от любого элемента питания напряжением не более 1,2 В. Основу конструкции составляет микросхема – преобразователь напряжения RH5RI331B фирмы RICOH (российский аналог – 1446ПН21). Остальные компоненты схемы – SMD типоразмера 1210, электролитические конденсаторы С1 и С2 – танталовые типоразмера В.

Печатная плата фонаря приведена на рис. 9.6, схема расположения – на рис. 9.7.

Рис. 9.5

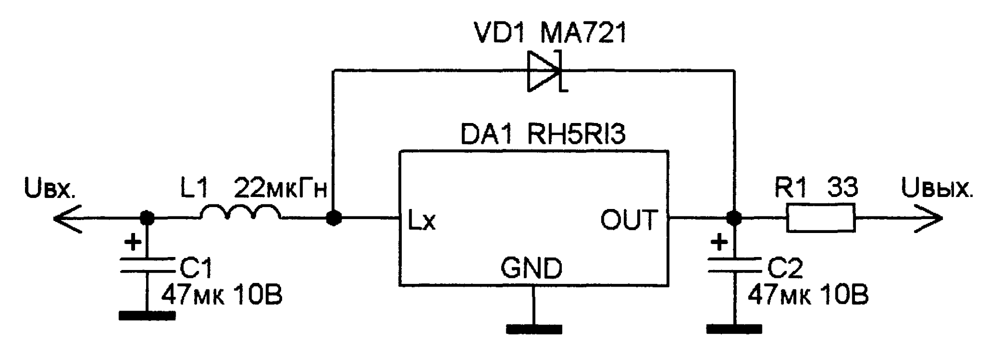


Рис. 9.6

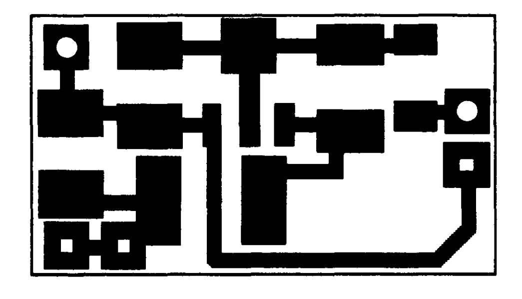
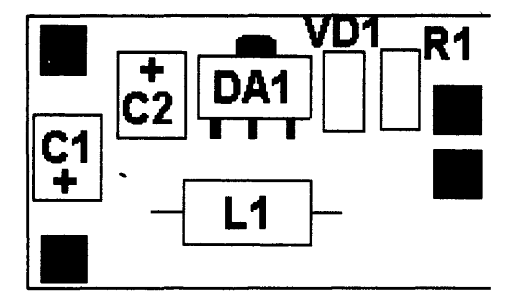


Рис. 9.7



9.3. Светодиодные светильники

Уникальные свойства сверхъярких светодиодов делают их чрезвычайно привлекательными в качестве источников света. Надежность, долговечность и сравнительно небольшой потребляемый ток светодиодов позволяют соединять их последовательно в цепь и питать подобную конструкцию напрямую от бытовой сети переменного тока. Пример подобных светильников на сверхъярких светодиодах приведен ниже.

На рис. 9.8 приведена схема лампы на 30 светодиодах. Конструктивно лампа выполнена таким образом, чтобы ее можно было использовать как замену обычной цокольной лампы.

Конденсатор С1 выполняет роль балластного реактивного сопротивления, ограничивающего входной ток до уровня 25—40 мА. Далее входное напряжение выпрямляется мостом VD1. Пульсации выпрямленного напряжения сглаживаются конденсатором С2. Последовательно включенные стабилитроны VD2-VD4 ограничивают напряжение, подаваемое на светодиоды, до уровня примерно 90 В (номинальное суммарное напряжение, которое необходимо приложить к 30 последовательно включенным светодиодам для надежной работы). Резистор R1 предназначен для быстрой разрядки конденсатора С1 после отключения питания. Номинал конденсатора С1 подбирается в зависимости от силы тока применяемых светодиодов. Номинал 0,47 мкФ соответствует току примерно 20—25 мА, 0,68 мкФ — току 35—40 мА, 1 мкФ — 50—60 мА.

Рисунок печатной платы для лампы приведен на рис. 9.9. Схема расположения элементов на плате — на рис. 9.10.

Схема светильника с большим количеством светодиодов (70 штук) приведена на рис. 9.11. Схема питания светильника практически ничем не отличается от схемы питания вышеописанной лампы на 30 светодиодах. Стабилитрон, ограничивающий прикладываемое к цепи светодиодов напряжение, заменен на КС620, и, соответственно, конденсатор С2 заменен на более высоковольтный.

Рисунок печатной платы для светильника приведен на рис. 9.12. Схема расположения элементов на плате — на рис. 9.13.

ВНИМАНИЕ! СХЕМЫ ИМЕЮТ БЕСТРАНСФОРМАТОРНОЕ ПИТАНИЕ ОТ СЕТИ. ПРИ НАЛАДКЕ УСТРОЙСТВ НЕОБХОДИМО СОБЛЮДАТЬ ПРАВИЛА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ!

Рис. 9.8

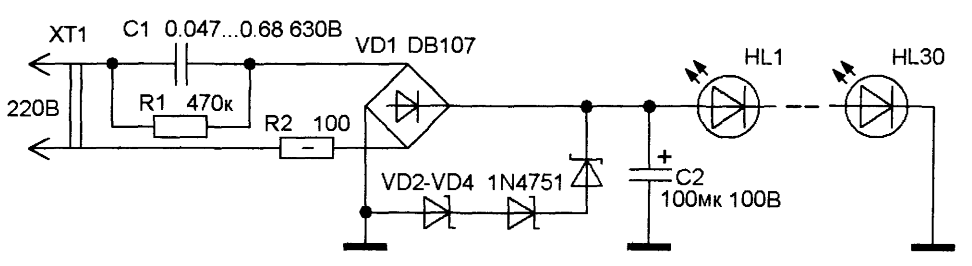

XT1
C1 0.047...0.68 630В
VD1 DB107
HL1
HL30
220В
R1 470к
R2 100
VD2-VD4 1N4751
+
C2
100мк 100В

Рис. 9.9

Рис. 9.11

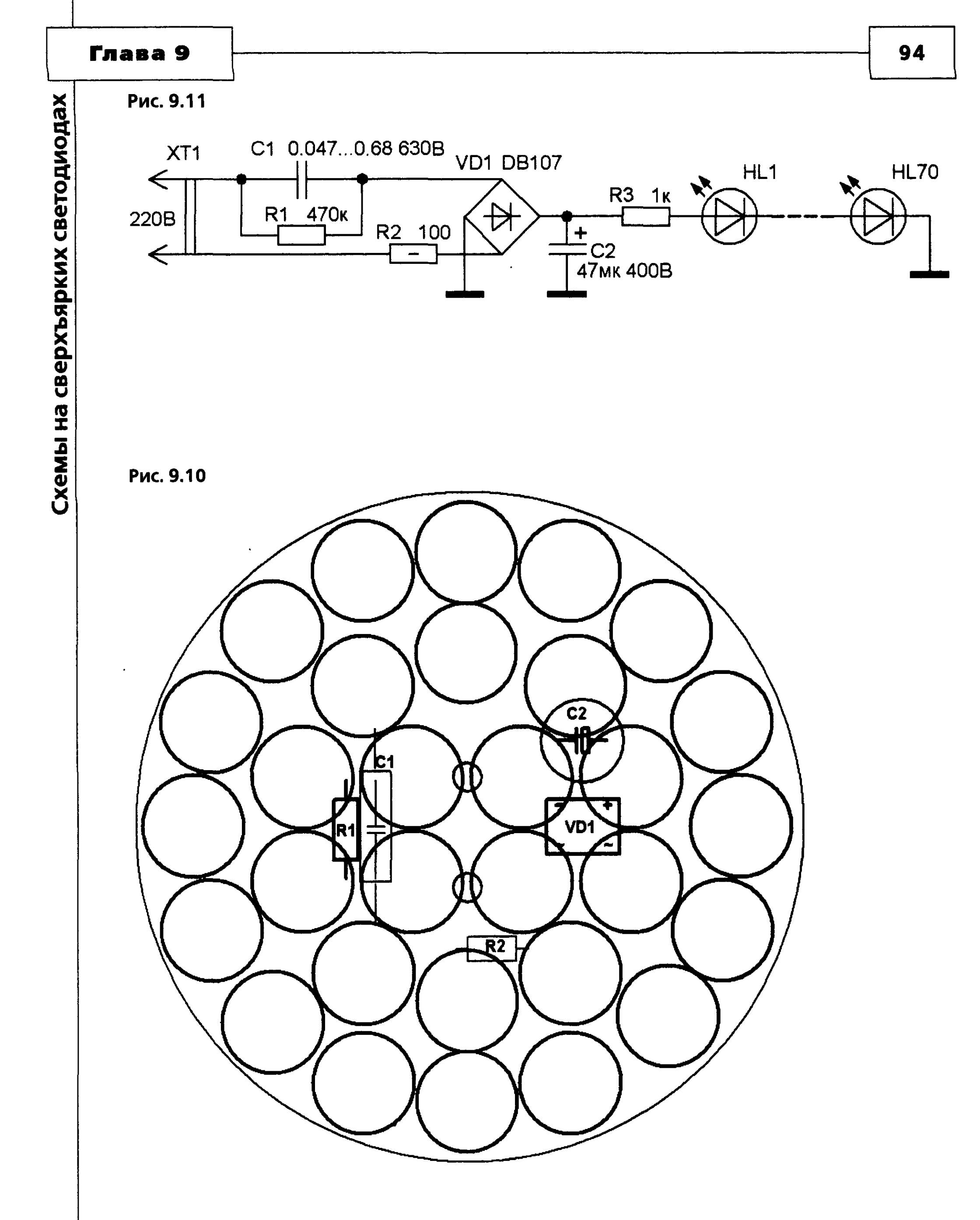


Рис. 9.10

Рис. 9.12

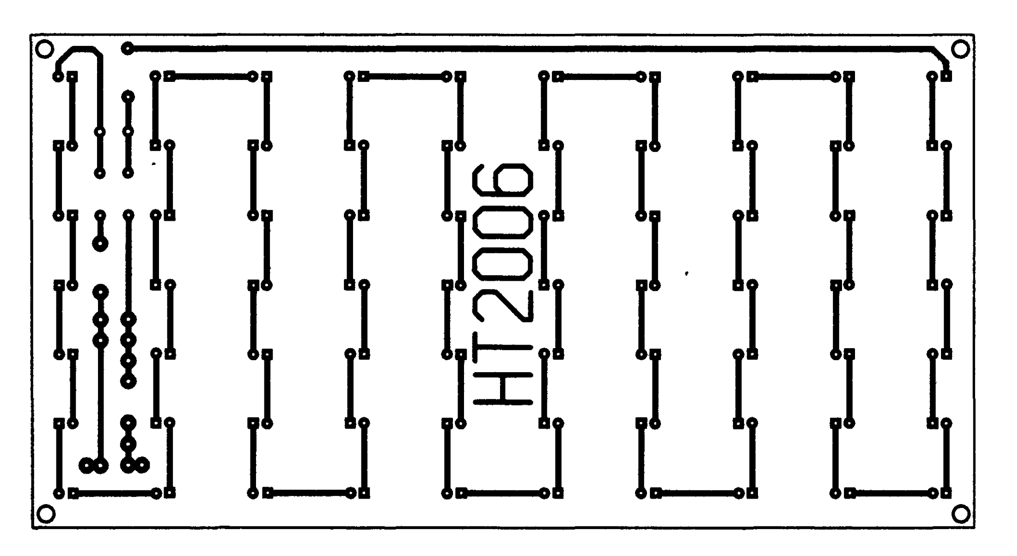
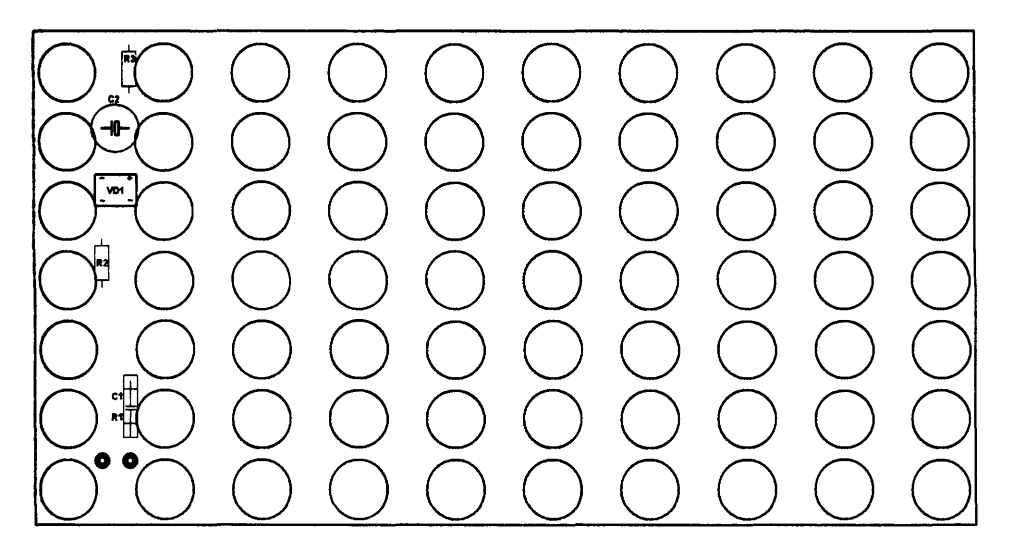


Рис. 9.13



Глава 10

Переносной УКВ-приемник

Схема простого УКВ-приемника всего на двух микросхемах, который можно взять с собой в дорогу, в лес или на дачу, приведена на рис. 10.1. Основу схемы составляет однокристальный FM-радиоприемник КР174ХА34 в типовом включении. Приемник позволяет принимать сигналы станций как отечественного УКВ-диапазона (60–80 МГц), так и европейского FM-диапазона (88–108 МГц).

КР174ХА34-интегральная схема (ИС) радиоприемного устройства. ИС предназначена для приема и обработки сигналов с частотной модуляцией и усиления сигналов низкой частоты. При стереоприеме совместно с приемником применяется стереодекодер соответствующего стандарта (FM или УКВ).

ИС работает при напряжении питания 2,0–6,0В.

Настройка микросхемы на принимаемую станцию осуществляется путем изменения частоты настройки колебательного L1C4 контура гетеродина с помощью варикапа.

Требуемая избирательность по ПЧ обеспечивается RC-фильтрами и конденсаторами, подключаемыми к выводам 6, 7, 8, 10, 11 ИС.

На выводе 9 ИС формируется постоянное напряжение, обратно пропорциональное уровню несущей частоты. Это напряжение может быть использовано для индикации напряженности поля в магнитной антенне и для плавного включения режима «СТЕРЕО» в стереодекодере.

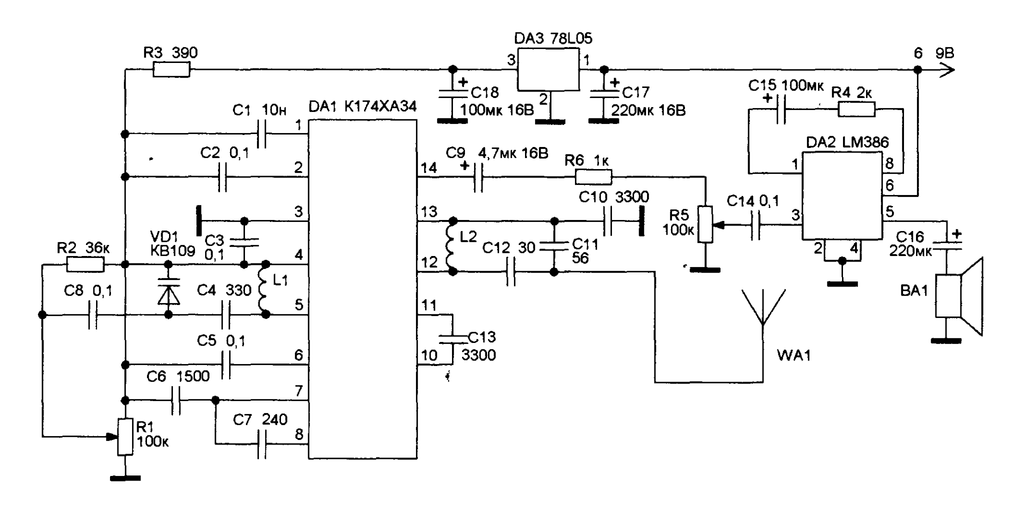
Вход от антенны подключен последовательно с конденсатором непосредственно к выводу 12. Катушка L2 – «удлиняющая», позволяет уменьшить длину приемной антенны.

К выводу 14 (выходное напряжение НЧ) через цепь C9R6R5C14 подключен миниатюрный усилитель на основе LM386. Выбор этого усилителя обусловлен простотой применения (минимум навесных элементов), некритичностью к параметрам источника питания, широким диапазоном питающих напряжений (3–18 В).

Между выводами 2 и 3 может быть подключена последовательно цепь отключения бесшумной настройки (БШН), состоящая из выключателя и резистора 10 кОм, при этом чувствительность приемника улучшается, но появляются межстанционные шумы и паразитные каналы приема.

Для надежной работы приемника его питание стабилизировано маломощным интегральным стабилизатором типа 78L05.

Рис. 10.1



Управление работой приемника осуществляется двумя переменными резисторами. С помощью резистора R1 осуществляется настройка приемника на станцию. Резистором R5 регулируется громкость.

Катушки L1 и L2 – бескаркасные, намотаны проводом ПЭВ-2 диаметром 0,5–0,6 мм на оправке диаметром 4 мм.

Для УКВ диапазона катушка L1 должна содержать 4 витка, катушка L2 – 6–8 витков.

Для FM диапазона катушка L1 должна содержать 6 витков, катушка L2 – 8–10 витков.

Рис. 10.2

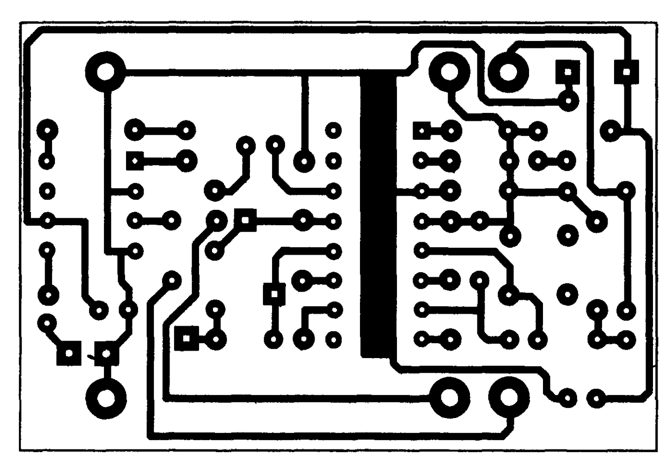
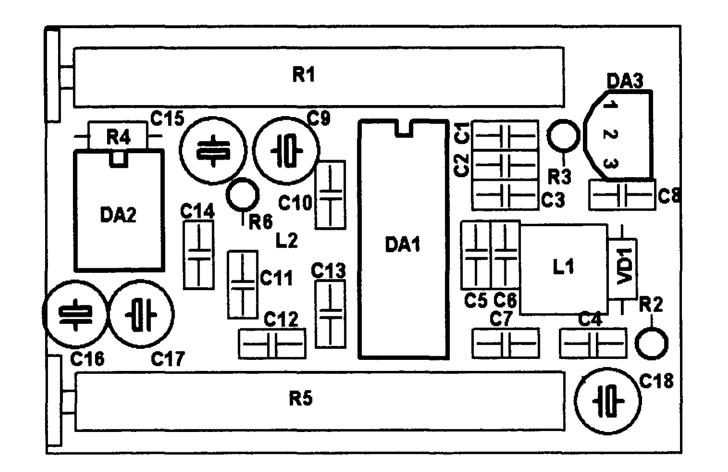


Рис. 10.3



Резисторы, применяемые в данной конструкции — любые, мощностью от 0,062 до 0,25 Вт, конденсаторы типа КД, КМ, К10—17 и т.п. Электролитические конденсаторы — типа К50—35 или аналогичные.

Переменные резисторы — многооборотные, типа СП3-36.

Рисунок печатной платы приведен на рис. 10.2, схема расположения элементов на плате — на рис. 10.3.

Глава 11
Радиомикрофоны

В настоящее время радиомикрофоны широко применяются в быту в самых различных сферах — от домофонов до систем караоке. Преимущества радиомикрофонов очевидны: отсутствие соединительного кабеля, возможность автономного питания, дальность применения микрофона ограничена только мощностью используемого передатчика.

11.1. Простой радиомикрофон на транзисторах

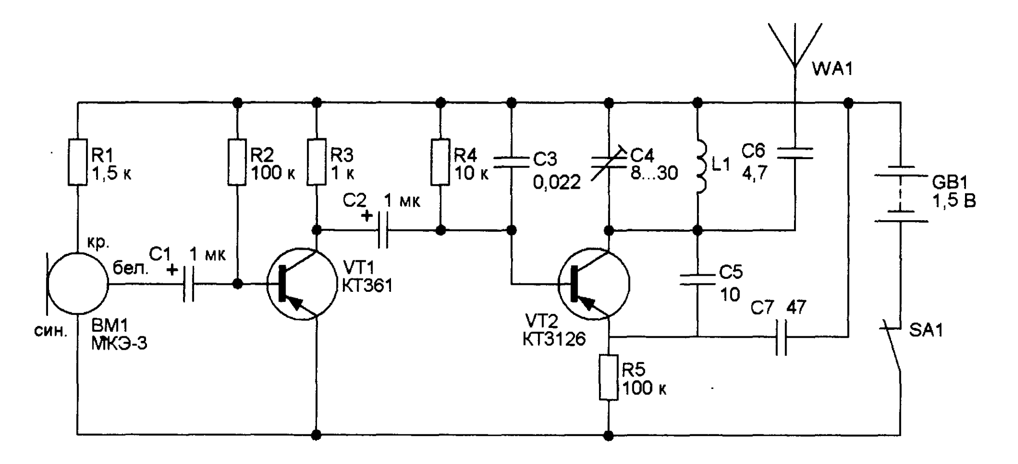
Схема простого радиомикрофона всего на двух транзисторах приведена на рис. 11.1.

Несмотря на кажущуюся простоту схемы, этот радиомикрофон обладает довольно высокими эксплуатационными характеристиками.

Генератор несущей собран по стандартной схеме «емкостная трехточка» на транзисторе VT2. Настройка на выбранную частоту осуществляется переменным конденсатором С4.

Сигнал микрофона усиливается каскадом на транзисторе VT1. Далее усиленный звуковой сигнал через разделительный конденсатор С2 поступает на базу транзистора VT2, осуществляя модуляцию несущей.

Рис. 11.1



Сигнал радиомикрофона можно принимать на любой радиовещательный УКВ-приемник.

Катушка L1 – бескаркасная, намотана проводом ПЭВ-1 диаметром 0,5–0,6 мм на оправке диаметром 4 мм. Число витков катушки – 5. В качестве антенны можно применить отрезок медного провода длиной 150–300 мм. Для питания радиомикрофона достаточно одного элемента питания напряжением 1,2–1,5 В.

Рисунок печатной платы приведен на рис. 11.2, схема расположения элементов на плате – на рис. 11.3.

Рис. 11.2

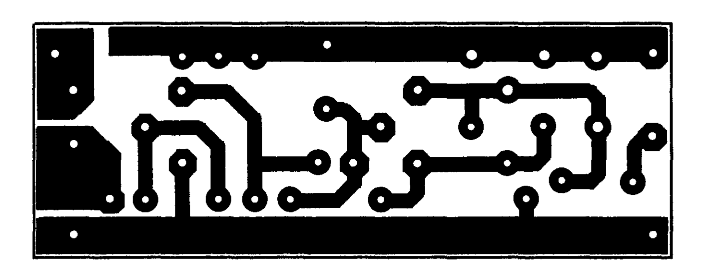
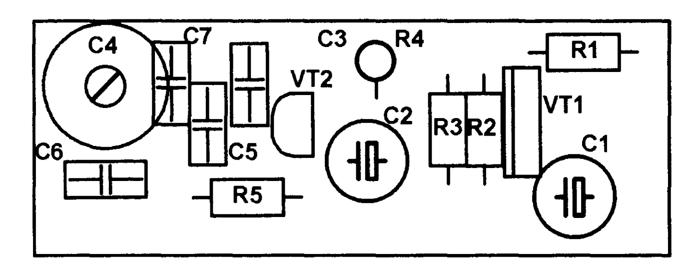


Рис. 11.3



11.2. Радиомикрофон на микросхеме MC2833

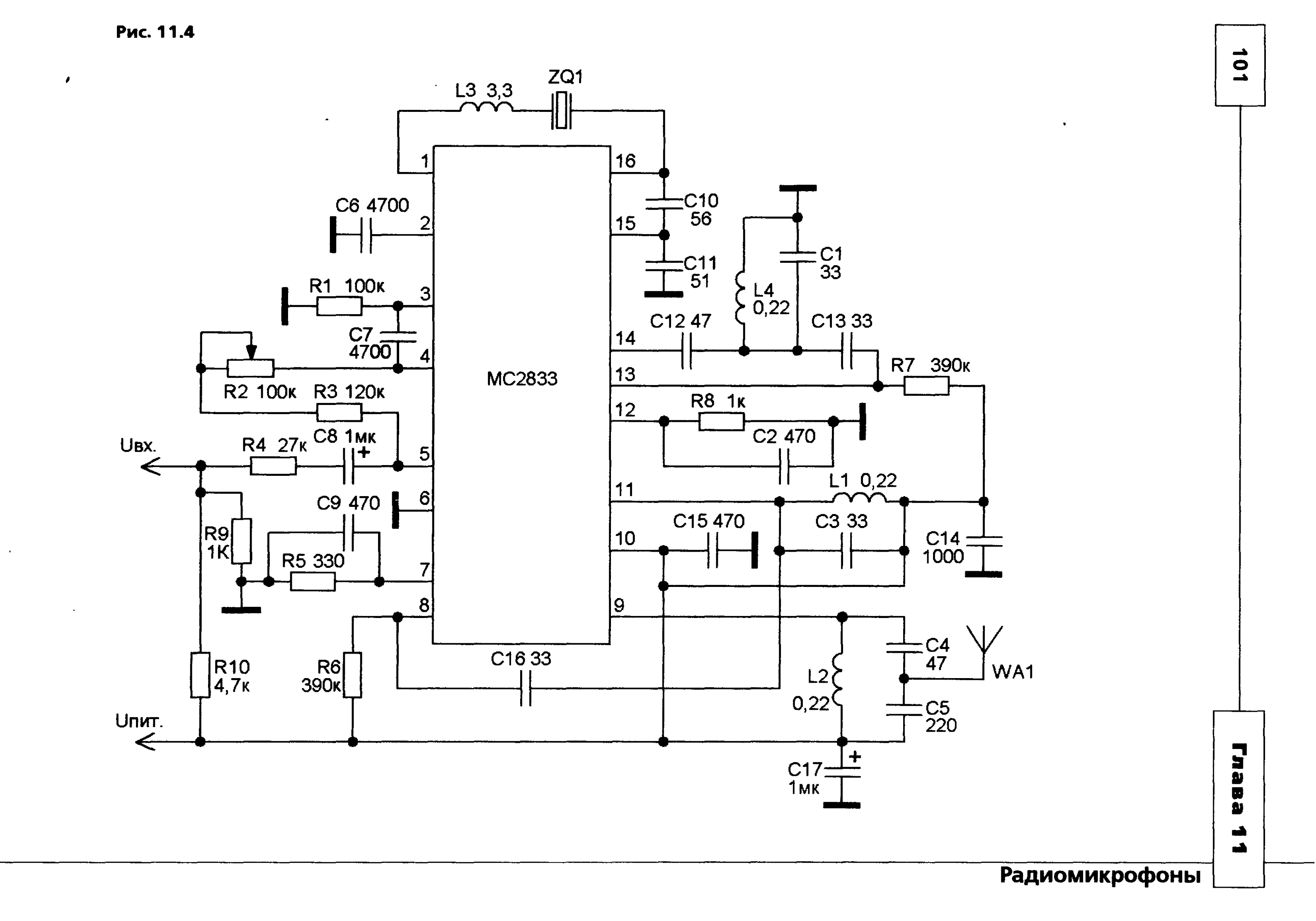
Более сложный и совершенный радиомикрофон можно собрать на базе микросхемы MC2833. Эта микросхема разработана фирмой MOTOROLA специально для маломощных радиопередатчиков. Основное достоинство микросхемы – возможность использования в качестве генератора для несущей кварцевого резонатора. Причем можно использовать резонаторы, работающие не на основных гармониках.

Микросхема MC2833 содержит генератор опорной частоты, микрофонный усилитель и два усилительных каскада.

Принципиальная схема радиомикрофона приведена на рис. 11.4.

Рассмотрим работу микросхемы более подробно. Сигнал микрофона поступает на вход внутреннего микрофонного усилителя (вывод

Рис. 11.4



L3 3,3
ZQ1
MC2833
C6 4700
C10
56
C11
51
R1 100к
C7
4700
C1
33
L4
0,22
C12 47
C13 33
R2 100к
R3 120к
R7 390к
R8 1к
C2 470
Uвх.
R4 27к
C8 1мк
+
L1 0,22
C9 470
C15 470
C3 33
R9
1К
R5 330
C14
1000
C16 33
C4
47
WA1
R10
4,7к
R6
390к
L2
0,22
C5
220
Uпит.
C17
1мк
+
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

5 микросхемы). Вывод 4 микросхемы — выход микрофонного усилителя. Включение между выводами 4 и 5 переменного резистора позволяет изменять коэффициент усиления и, соответственно, глубину модуляции несущей. Далее модулирующий сигнал через разделительный конденсатор С7 поступает на вход модулятора несущей (вывод 3). К выводам 1 и 16 подключается внешний кварцевый резонатор, определяющий частоту несущей. Если требования к стабильности не очень высоки, можно использовать RC-контур. Также можно использовать внешний генератор.

Промодулированный сигнал несущей через буфер поступает на вывод 14. Если используется основная гармоника резонатора, то далее сигнал просто усиливается по амплитуде внутренними или внешними усилительными каскадами и подается на антенну.

Если используется не основная гармоника, то для умножения частоты используются каскады, настроенные на соответствующую гармонику. Например, для получения частоты 49,7 МГц при опорной частоте кварца 16,5667 МГц (на приведенной схеме) необходимо использовать третью гармонику.

Варианты для других частот несущей приведены в таблице 11.1. Для частот несущих, отличных от приведенных в таблице, номиналы элементов для контуров необходимо пересчитать для резонансных частот этих контуров.

Резисторы, применяемые в данной конструкции, — любые, мощностью от 0,062 до 0,25 Вт, конденсаторы типа КД, КМ, К10—17 и т.п. Электролитические конденсаторы — типа К50-35 или аналогичные.

Рис. 11.5

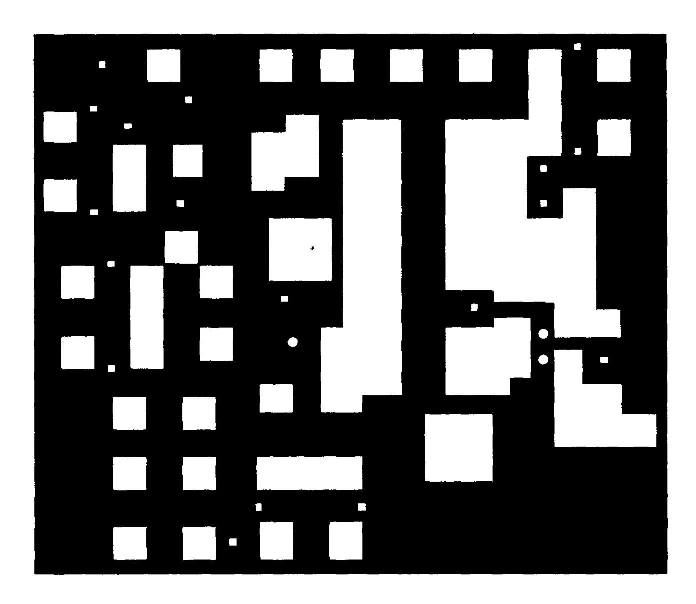


Рис. 11.6

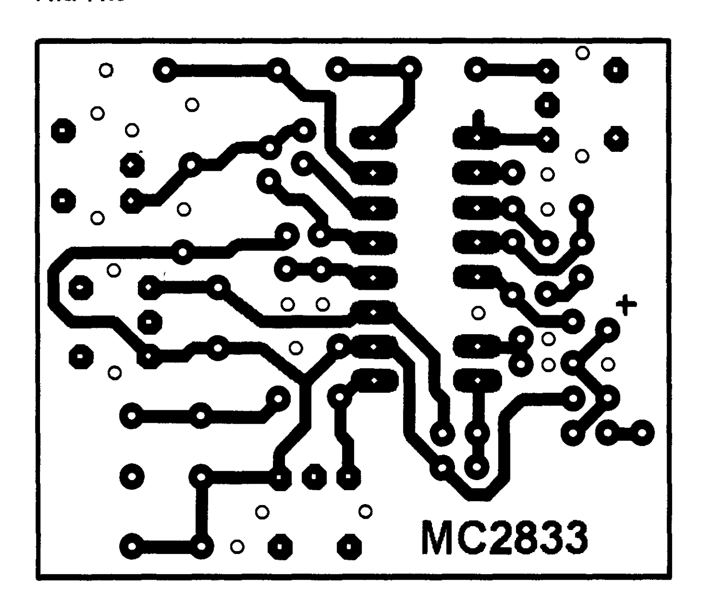
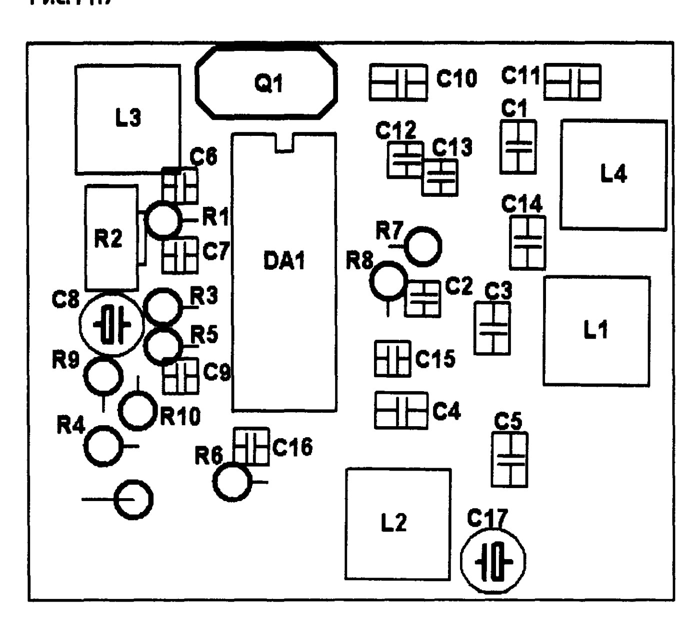


Рис.11.7



На рис.11.5, 11.6 приведены рисунки обеих сторон печатной платы, на 11.7 – схема расположения элементов на плате.

Таблица 11.1

Частота передатчика, МГц	Частота кварца, МГц	L1, мкГн	L12, мкГн	L3, мкГн	R5, Ом	R6, кОм	C1, пФ	C2, пФ	C3, пФ	C4, пФ	C5, пФ	C13, пФ	C16 пФ
49,7	16,5667	0,22	0,22	0,22	330	390	33	470	33	47	220	33	33
76	12,6	0,22	0,22	0,22	150	300	68	470	12	20	120	68	10
144,6	12,05	0,15	010	0,10	150	220	68	1000	18	12	33	47	10

Глава 12
Беспроводные стереотелефоны

Беспроводные стереотелефоны очень популярны среди любителей музыки. Они позволяют с комфортом слушать музыку, смотреть телепередачи со стереозвуком, играть в компьютерные игры, не мешая окружающим. Практически все ведущие фирмы, выпускающие звуковоспроизводящую аппаратуру, имеют в номенклатуре выпускаемых изделий беспроводные стереотелефоны. По способу передачи звука от источника к приемнику стереотелефоны делятся на две группы: радиотелефоны и телефоны с ИК-каналом. Каждый способ передачи имеет как достоинства, так и недостатки. Стереотелефоны с ИК-каналом экономичны, не «засоряют» радиоэфир... но работоспособны только в пределах прямой видимости, имеют ограниченный радиус действия (до нескольких десятков метров, что, впрочем, вполне достаточно для большинства вариантов использования). Радиотелефоны имеют гораздо больший радиус действия, позволяют с комфортом слушать музыку на значительном удалении от источника сигнала (в том числе и в другом помещении, вне пределов прямой видимости).

Цена на беспроводные стереотелефоны колеблется от $70 до $300. Между тем собрать такие стереотелефоны можно и своими руками из вполне доступных элементов.

Рассмотрим один из возможных вариантов конструкции беспроводных стереотелефонов с радиоканалом. Конструкция проектировалась таким образом, чтобы ее мог повторить даже начинающий радиолюбитель с минимальным набором приборов (достаточно иметь под рукой только мультиметр).

На рис. 12.1 изображена принципиальная схема передатчика, на рис. 12.2, 12.3 — рисунки обеих сторон печатной платы, на рис. 12.4 — схема расположения элементов на плате. Передатчик построен на базе микросхемы BA1404 фирмы ROHM, представляющей собой миниатюрный УКВ-стереопередатчик. Основные параметры микросхемы следующие:

напряжение питания	1—2 В
ток потребления	3—5 мА
диапазон рабочих частот	75—108 МГц
выходная мощность	3—12 мВт

Катушки L1 и L2 — бескаркасные. Намотаны проводом ПЭВ-2 диаметром 0,61 мм на оправке диаметром 4 мм (можно использовать стандартное жало для паяльника — разумеется, холодное). Катушка L1

Рис. 12.1

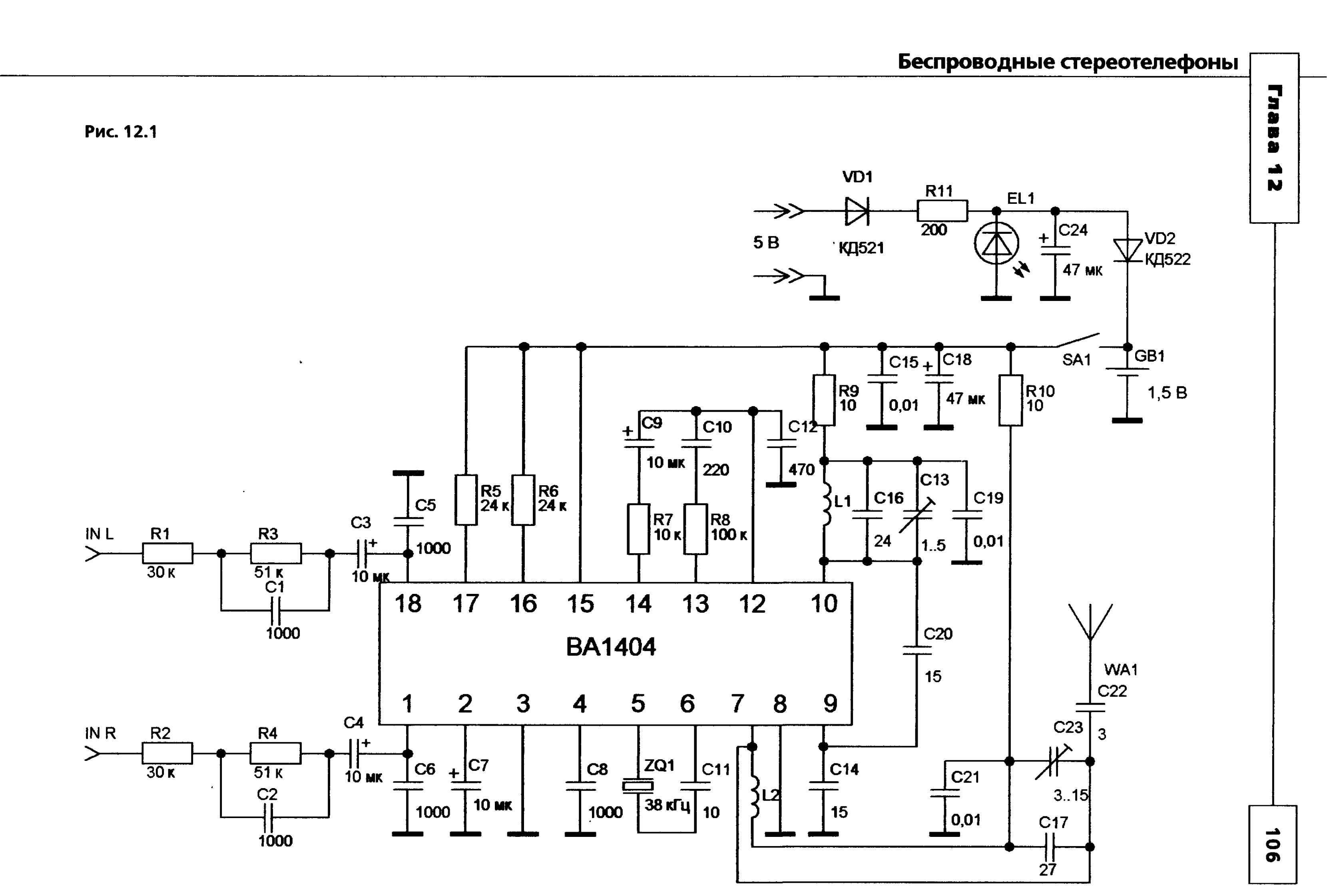

VD1
R11
EL1
5 В
КД521
200
C24
47 мк
VD2
КД522
SA1
GB1
1,5 В
C15
0,01
C18
47 мк
R9
10
R10
10
C9
10 мк
C10
220
C12
470
R7
10 к
R8
100 к
L1
C16
24
C13
1..5
C19
0,01
R5
24 к
R6
24 к
C5
1000
IN L
R1
30 к
R3
51 к
C1
1000
C3
10 мк
BA1404
18 17 16 15 14 13 12 10
1 2 3 4 5 6 7 8 9
C20
15
WA1
C22
3
C23
3..15
IN R
R2
30 к
R4
51 к
C2
1000
C4
10 мк
C6
1000
C7
10 мк
C8
1000
ZQ1
38 кГц
C11
10
L2
C14
15
C21
0,01
C17
27

Рис. 12.3

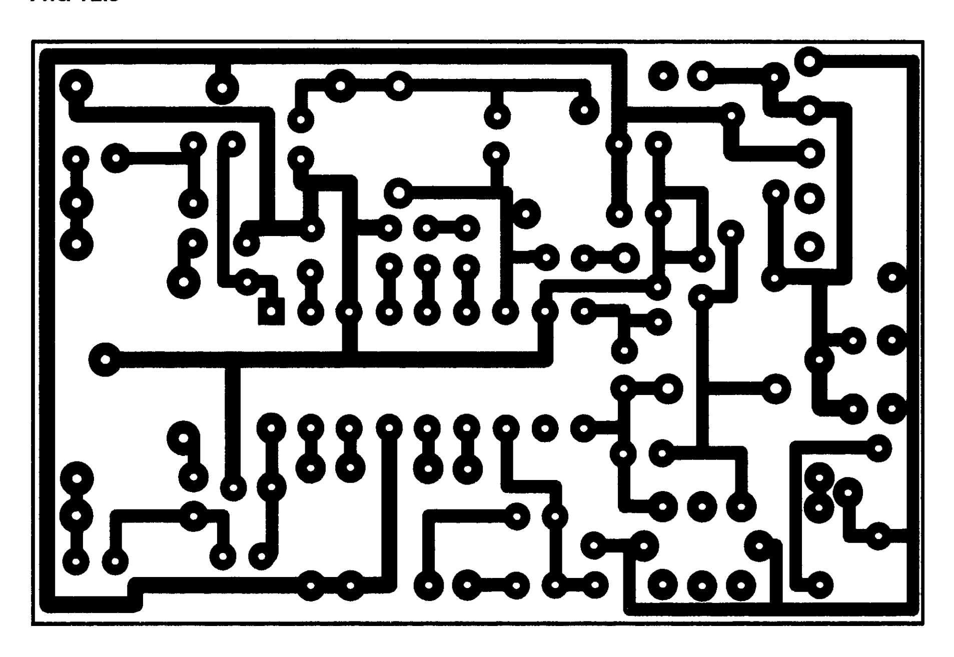


Рис. 12.2

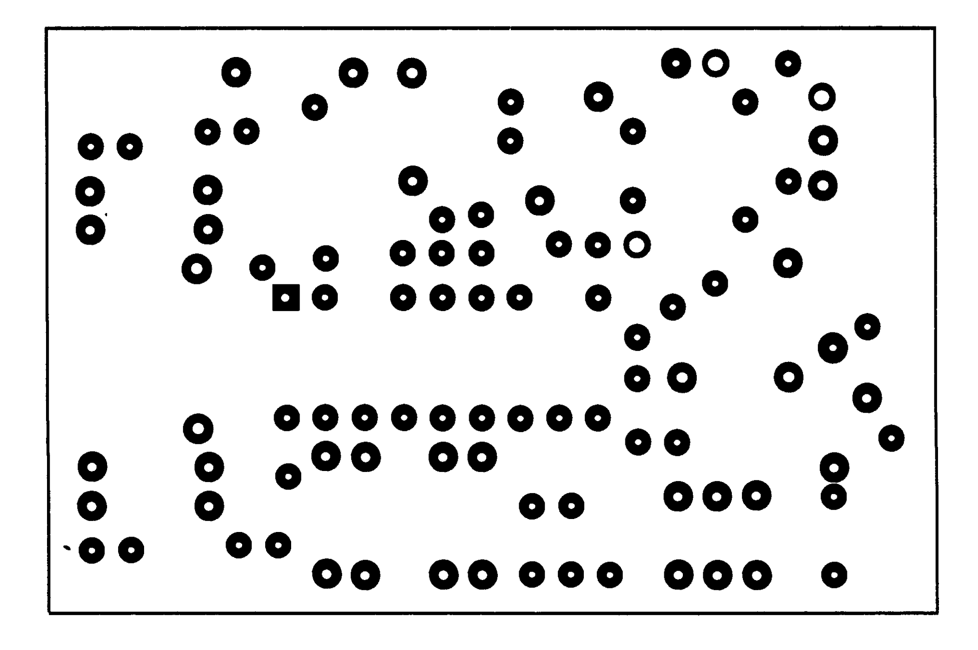
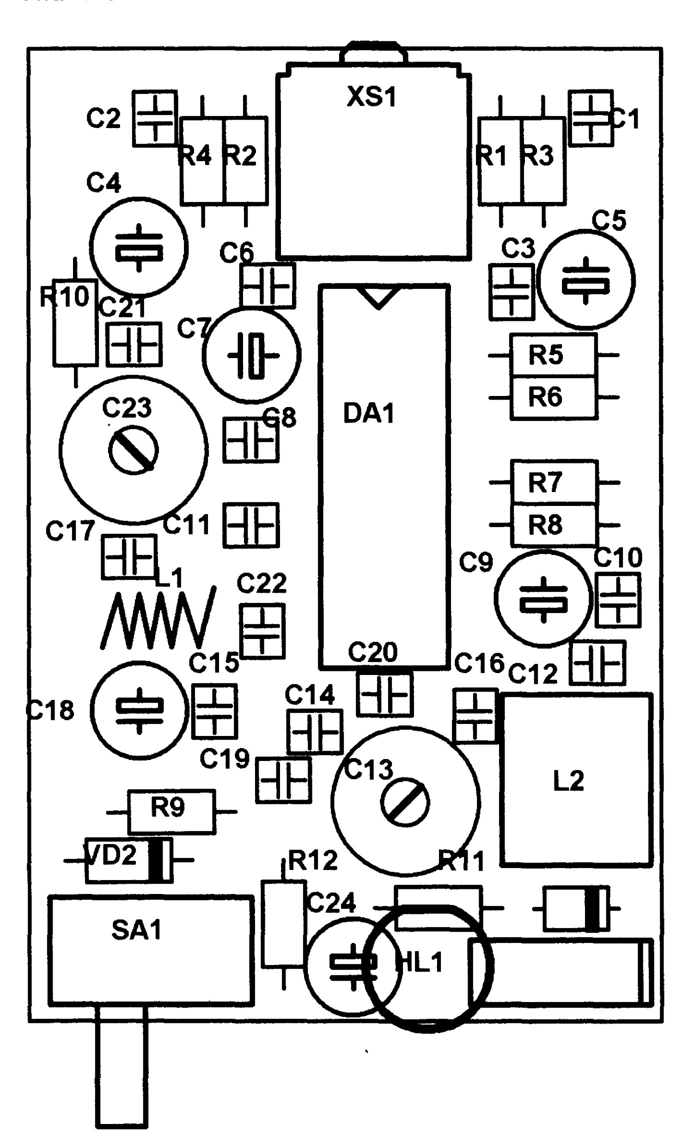


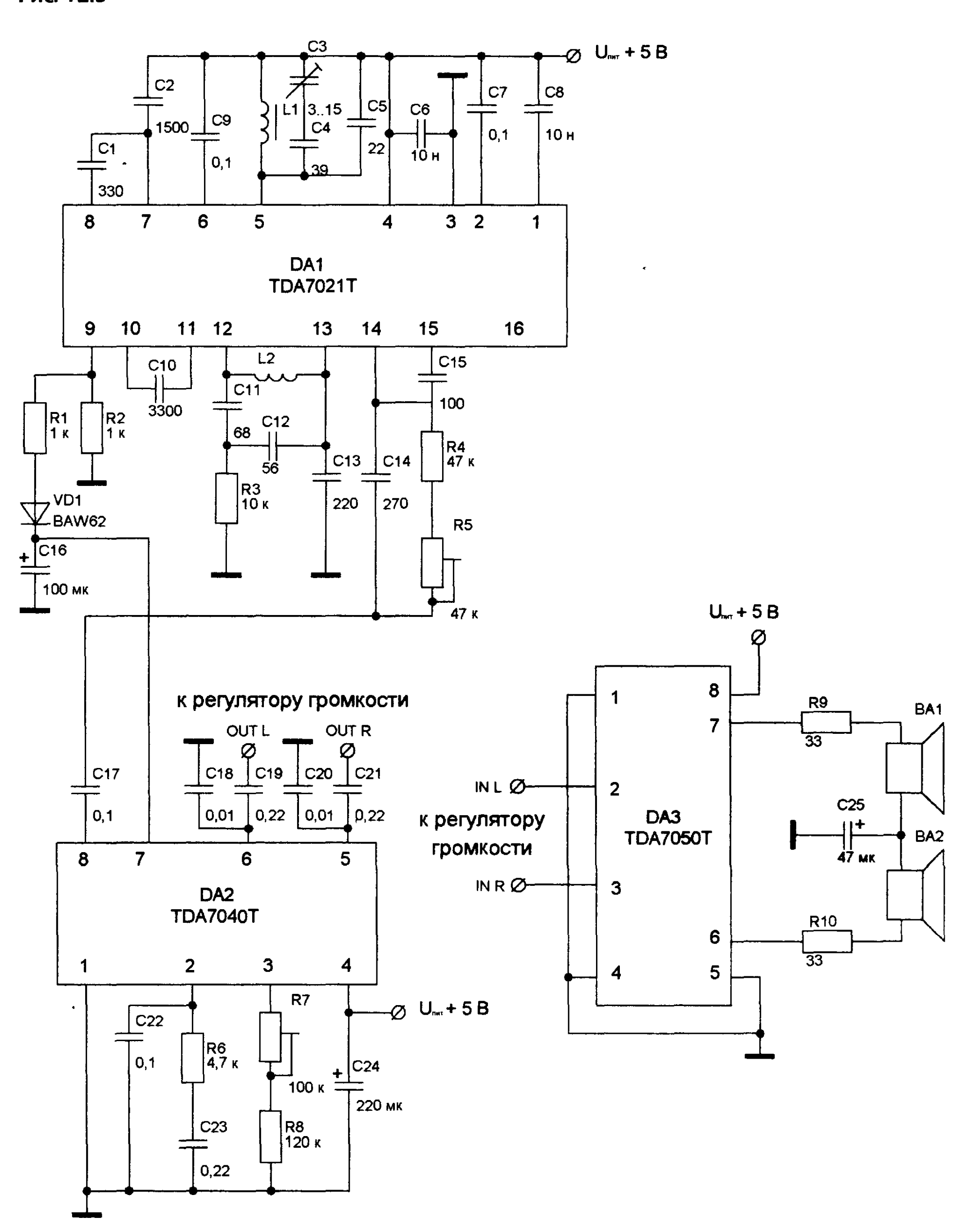
Рис. 12.4



содержит 5 витков, а катушка L2 – 6 витков. Питание передатчика осуществляется от одной пальчиковой батарейки типоразмера АА или от внешнего источника питания +5 В (сетевой блок питания, USB-разъем и т.п.).

Схема приемника изображена на рис. 12.5, на рис.12.6, 12.7 – обе стороны печатной платы, на рис. 12.8 – схема расположения элементов на плате. За основу взят стандартный набор микросхем фирмы PHILIPS в типовом включении. Схема хорошо зарекомендовала себя в УКВ-

Рис. 12.5



приемниках и обладает хорошей повторяемостью. Собственно приемник выполнен на микросхеме TDA7021T (российский аналог — КФ174ХА34). Стереодекодер выполнен на микросхеме TDA7050T. Усилитель низкой частоты — на микросхеме TDA7040T.

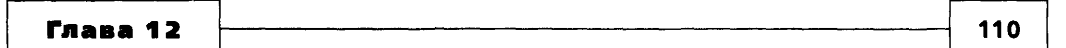


Рис. 12.8

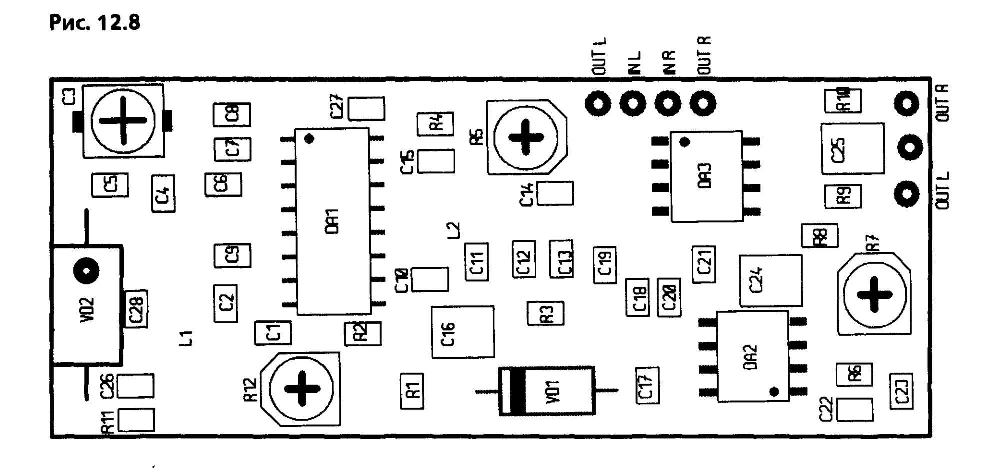


Рис. 12.7

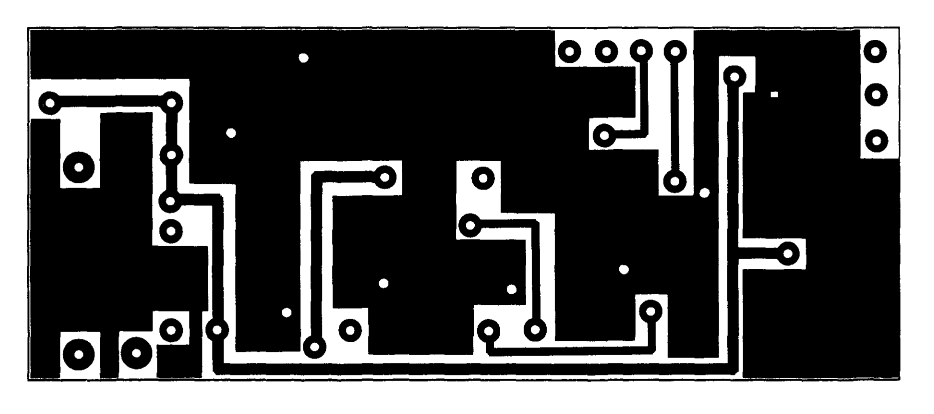


Рис. 12.6

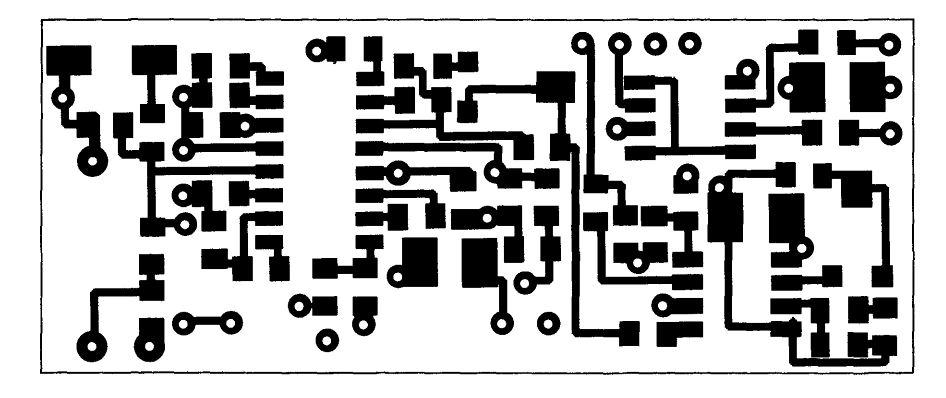


Рис. 12.9

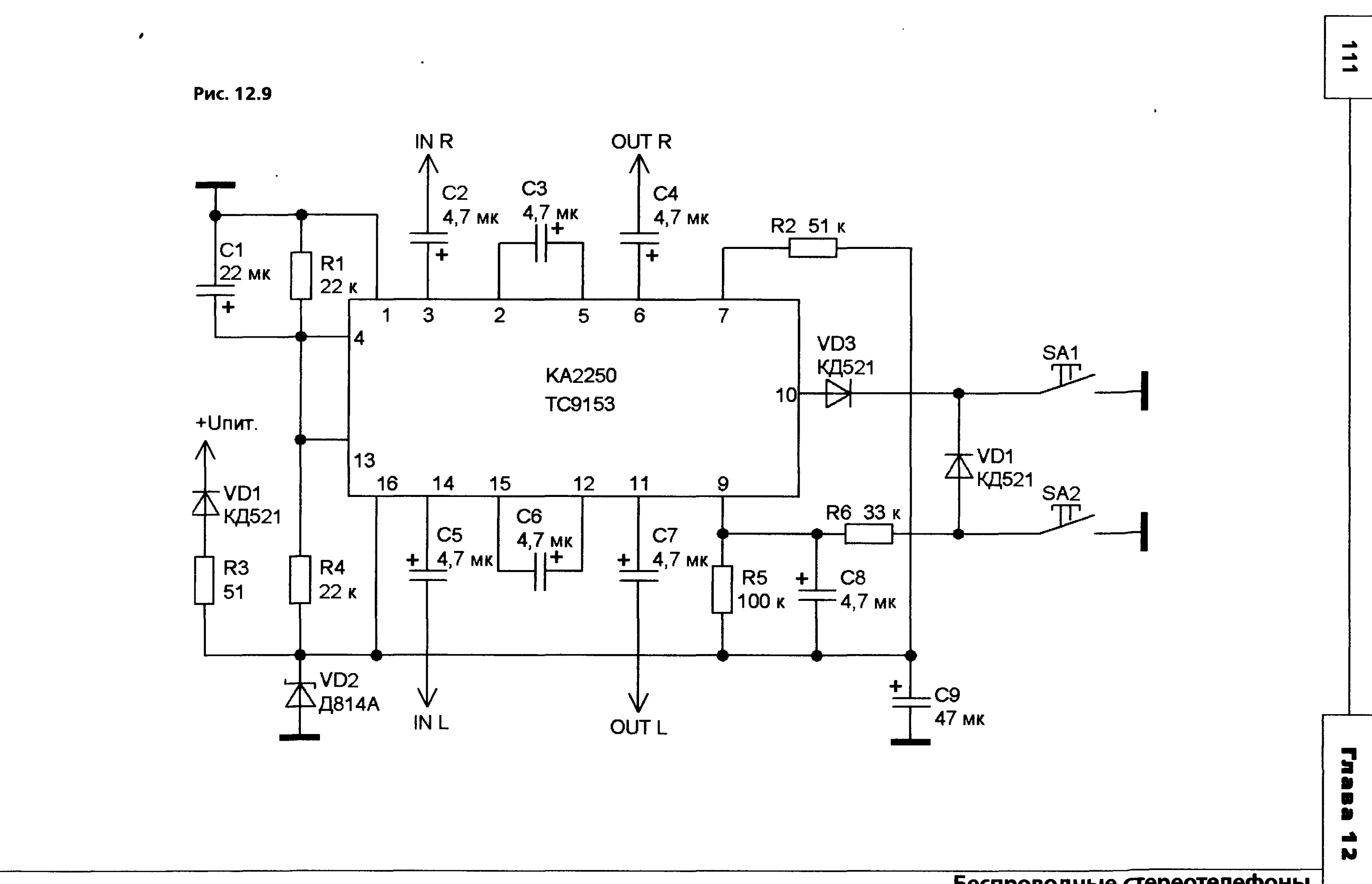

IN R
OUT R
C1
22 мк
R1
22 к
C2
4,7 мк
C3
4,7 мк
C4
4,7 мк
R2 51 к
1
3
2
5
6
7
4
KA2250
TC9153
VD3
КД521
10
SA1
+Uпит.
VD1
КД521
13
16
14
15
12
11
9
VD1
КД521
SA2
R6 33 к
C5
4,7 мк
C6
4,7 мк
C7
4,7 мк
R3
51
R4
22 к
R5
100 к
C8
4,7 мк
VD2
Д814А
IN L
OUT L
C9
47 мк

Рис. 12.10

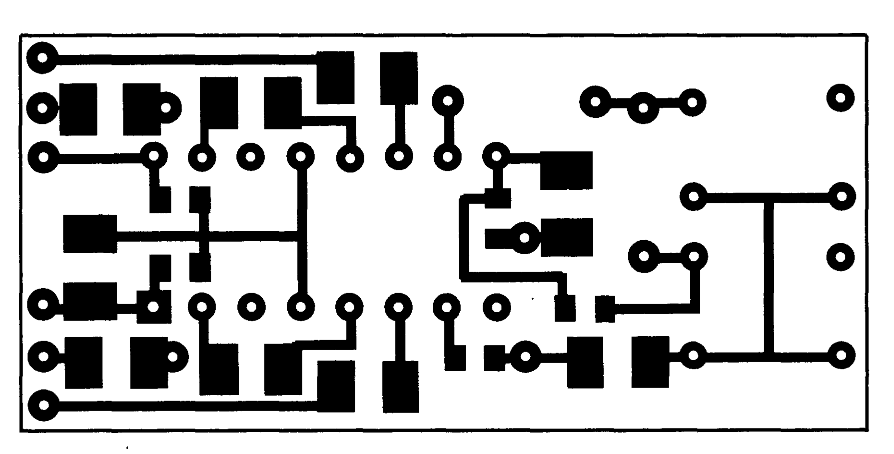
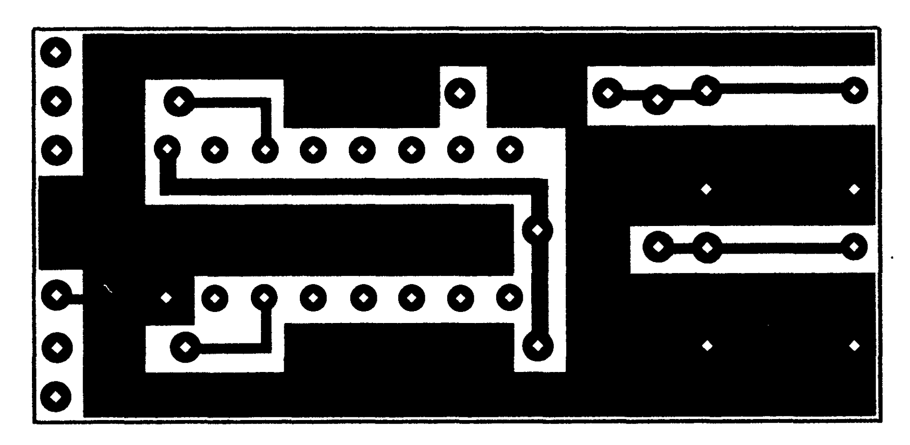
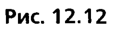
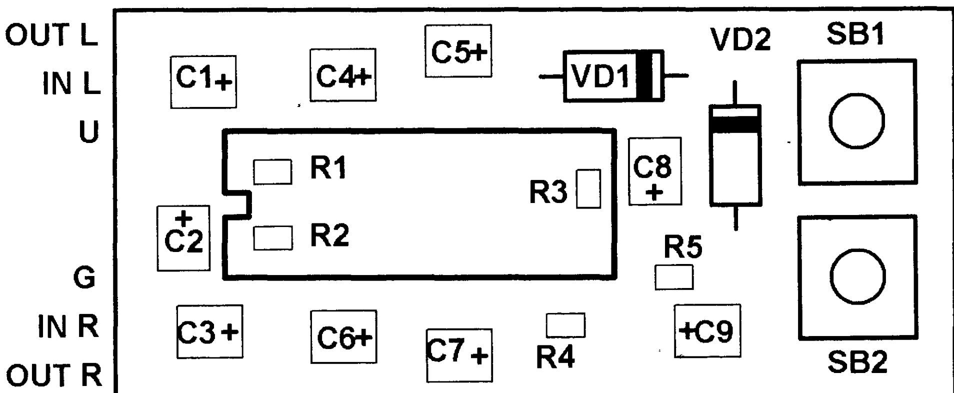


Рис. 12.11




Рис. 12.12



Регулятор громкости — электронный, с кнопочным управлением. Выполнен на микросхеме фирмы Samsung KA2250. Аналоги этой микросхемы выпускают многие фирмы (в частности, TC9153 фирмы Toshiba). Схема регулятора приведена на рис. 12.9, на рис.12.10, 12.11 — обе стороны печатной платы, на рис. 12.12 — схема расположения элементов на плате.

Питание приемника, усилителя и регулятора громкости осуществляется от одной(!) пальчиковой батарейки через преобразователь напряжения 1,5 В → 5 В, выполненный на микросхеме КР1446ПН1 (российский аналог микросхемы MAX756).

Схема преобразователя приведена на рис. 12.13, рисунок печатной платы — на рис. 12.14, на рис.12.15 — схема расположения элементов на плате.

Рис. 12.13

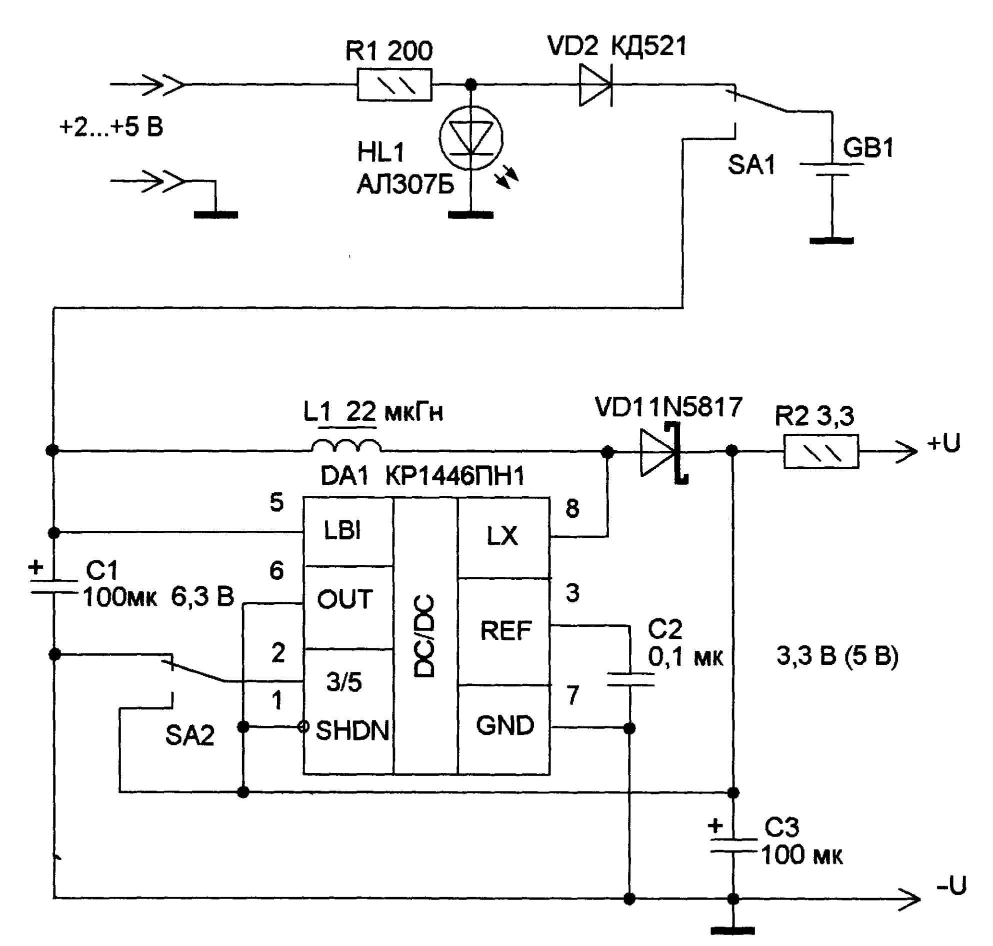


Рис. 12.14

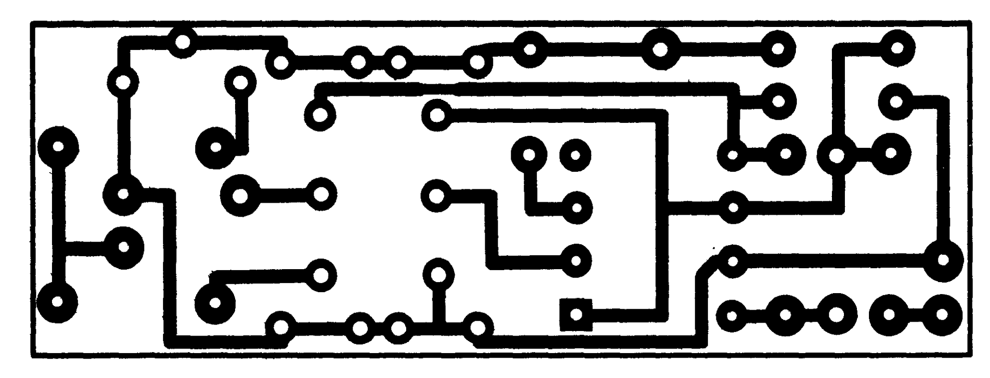
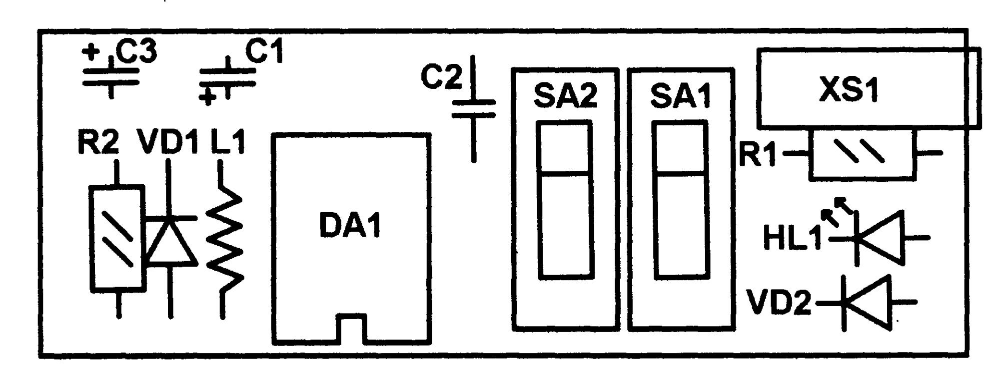


Рис. 12.15



Платы передатчика, приемника и регулятора громкости выполнены из двустороннего фольгированного стеклотекстолита, плата преобразователя — из одностороннего.

Передатчик и преобразователь выполнены на обычных компонентах. Все резисторы — типа МЛТ-0,125, электролитические конденсаторы — типа К50-35, неполярные конденсаторы — типа К10—7 или аналогичные.

Приемник и регулятор громкости выполнены с применением элементной базы для поверхностного монтажа. Типоразмеры элементов — 0805 или 1206. Катушка L1 приемника — стандартная, типа ЕС24 или аналогичная миниатюрная, индуктивностью 56 нГн. Катушка L2 — бескаркасная, намотана проводом ПЭВ-2 диаметром 0,61 мм на оправке диаметром 4 мм и содержит 7—8 витков, намотка — виток к витку. Резисторы и конденсаторы — типоразмера 0805, но допустимо и применение типоразмера 0812. Это сделано с целью миниатюризации конструкции, позволяющей встроить приемник в оголовье или наушники практически любых проводных стереотелефонов.

Настройка стереотелефонов осуществляется в следующей последовательности. Начинать следует с передатчика. Для его настройки очень удобно использовать приемник с цифровой шкалой. Необходимо выставить на приемнике нужную частоту (в данной конструкции выбрана частота 87,9 МГц). Далее к передатчику подключают источник звукового сигнала (магнитофон, CD-плеер и т.п.), включают питание передатчика и вращением ротора подстроечного конденсатора С13 устанавливают нужную частоту. Сигнал должен воспроизводиться чисто, без посторонних шумов и хрипов. Если в приемнике имеется индикация, следует убедиться в наличии стереосигнала. На этом этапе настройку передатчика можно считать законченной.

Следующий этап – настройка преобразователя напряжения. Здесь, как правило, никаких сложностей не возникает. При правильном и аккуратном монтаже преобразователь начинает работать сразу. Работоспособность преобразователя и правильность установки выходного напряжения проверяют мультиметром.

Затем приступают к настройке приемника. Как правило, правильно собранный приемник начинает работать сразу. Требуется лишь выставить необходимую частоту и частоту ГУН (генератора, управляемого напряжением) стереодекодера. Настройку начинают с подключения к приемнику преобразователя напряжения (разумеется, отключив питание!), регулятора громкости и наушников. Для уменьшения паразитных наводок регулятор следует подключить к приемнику с помощью экранированного провода.

Подав питание (включив перед этим передатчик и источник звукового сигнала), вращением ротора подстроечного конденсатора С3 устанавливают нужную частоту (по появлению звукового сигнала источника в наушниках). Необходимый уровень сигнала, без искажений, устанавливают резистором R5. Частоту ГУН стереодекодера устанавливают резистором R7. Для установки «на слух» удобно использовать фонограмму с четким разделением каналов. Громкость воспроизведения регулируют кнопочным регулятором.

После окончательной настройки всех компонентов все бескаркасные катушки и роторы подстроечных конденсаторов следует зафиксировать (парафином и т.п.).

Глава 13

«Интеллектуальное» зарядное устройство

В современной аппаратуре широко применяются аккумуляторы. Применение аккумуляторов имеет несомненные преимущества перед обычными пальчиковыми элементами: возможность многократной перезарядки, удобство применения (имеют те же габариты и эксплуатационные характеристики), широкая номенклатура и доступность, позволяющие удовлетворить любые запросы потребителей. Наибольшее распространение получили три типа аккумуляторов: NiCd (никель-кадмиевые), NiMH (никель-металлогидридные) и Li-ion (литий-ионные). Лучшие характеристики (емкость, экономичность, экологическая безопасность и пр.) имеют литий-ионные аккумуляторы. К сожалению, они пока еще достаточно дороги и малодоступны рядовому потребителю. Наибольшее распространение в настоящее время получили NiCd (никель-кадмиевые) и NiMH (никель-металлогидридные) аккумуляторы. На рынке представлен весь ряд аккумуляторов данного вида по габаритам и емкости — от 500 мА/ч до 3000 мА/ч. К сожалению, кроме несомненных положительных качеств данного типа аккумуляторов (доступность, дешевизна, широкая номенклатура) есть и один очень существенный недостаток — так называемый эффект памяти. Он заключается в том, что если аккумулятор не до конца разрядить и поставить на зарядку, то он будет отдавать энергию только до того уровня, с которого начался заряд. Для восстановления нормальной работы аккумулятора необходимо его сначала полностью разрядить, а затем снова зарядить до номинального уровня напряжения (как правило, ~1,45 В). На рынке представлено много различных зарядных устройств для аккумуляторов. Большинство из них представляют собой дешевые изделия, которые предназначены для простой подзарядки аккумуляторов и никак не устраняют «эффект памяти». Более дорогие устройства (как правило, стоимостью от $30 и выше) устраняют данный эффект, но вряд ли могут быть рекомендованы для широкого применения ввиду высокой стоимости. При разработке этого зарядного устройства была сделана попытка достичь какого-то компромисса.

Рассматриваемое устройство предназначено для зарядки до четырех NiCd или NiMH аккумуляторов. Зарядка всех четырех аккумуляторов производится независимо друг от друга, т.е. вне зависимости от

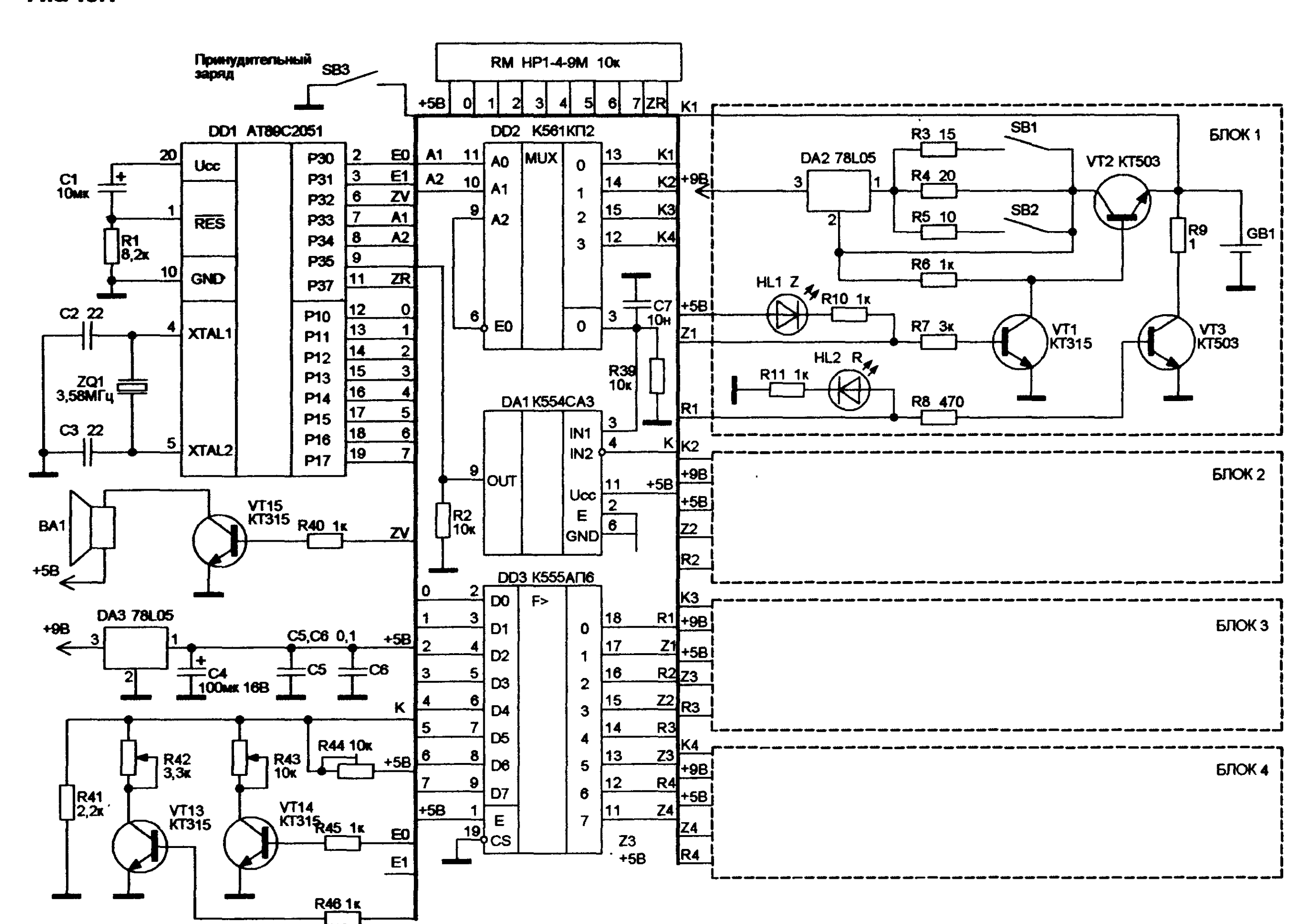
степени заряда и состояния каждого. Принципиальная схема устройства изображена на рис. 13.1. Функционально устройство можно разделить на две части — устройство управления (общего для всех заряжаемых аккумуляторов) и собственно блоки заряда (для каждого аккумулятора). Применение микроконтроллера позволило существенно упростить схему, сведя количество элементов к минимуму. В то же время возможность изменять алгоритм работы устройства программным путем обеспечивает необходимую гибкость и легкость работы с ним.

Устройство управления состоит из собственно микроконтроллера DD1, коммутатора DD2, компаратора DA1 и буфера DD3. Микроконтроллер DD1 управляет работой всего устройства в целом, обеспечивая независимую работу всех четырех блоков заряда. Коммутация эталонных пороговых напряжений для компаратора DA1 осуществляется с помощью коммутатора DD2. Эталонные напряжения формируются схемой, собранной на транзисторах VT13 и VT14. Конкретное эталонное напряжение формируется в зависимости от кода, определяемого сигналами E0 и E1, задаваемого микроконтроллером. Буфер DD3 обеспечивает необходимую развязку порта P1 от блоков зарядки. Блок зарядки состоит из следующих элементов: стабилизатора тока DA2; токозадающих резисторов R3–R5; транзисторных ключей VT1–VT3, осуществляющих коммутацию состояния блока «заряд–разряд–контроль»; двух светодиодов (зеленого и красного), индицирующих состояние данного блока (зеленый — разряд, красный — заряд). Джамперы JP1 и JP2 позволяют задать необходимый зарядный ток (в данном случае 600, 800 или 1200 мА).

Так как все блоки идентичны, рассмотрим работу устройства более подробно на примере одного зарядного блока. При включении устройства сигнал (R1 = 1) с микроконтроллера поступает на базу транзистора VT3 (Z1 = 0). Транзистор открывается, загорается зеленый светодиод, что свидетельствует о режиме «разряд» для данного аккумулятора. В режимах разрядки и зарядки напряжение на аккумуляторах измеряется 1 раз в 4 с. Цикл измерения (Z1 = 0, R1 = 0) равен примерно 1 с, т.е. время на обслуживание одного аккумулятора вместе с задержкой составляет 1 с. В это время происходит измерение напряжения на аккумуляторе, и в зависимости от результатов измерения программой принимается решение – продолжать разряд (заряд) или отключить аккумулятор по окончании зарядки. Это наглядно видно по свечению светодиодов. Мерцание красного светодиода свидетельствует о том, что данный элемент находится в режиме «заряд». Загорание зеленого светодиода свидетельствует о том, что данный элемент находится в режиме «разряд». Для каждого аккумулятора включение и выключение режимов происходит независимо от состояния других аккумуляторов.

Для получения наибольшего заряда и с учетом потерь напряжения в измерительных цепях принято эталонное напряжение, равное 1,45 В.

Рис. 13.1


Принудительный заряд
SB3
RM HP1-4-9M 10к
DD1 AT89C2051
DD2 K561КП2
DA1 K554CA3
DD3 K555АП6
DA2 78L05
DA3 78L05
VT2 KT503
VT1 KT315
VT3 KT503
VT13 KT315
VT14 KT315
VT15 KT315
ZQ1 3,58МГц
БЛОК 1
БЛОК 2
БЛОК 3
БЛОК 4

Это подтвердилось в процессе макетирования с аккумуляторами разных фирм и различной емкости. Но его вполне можно изменить подстроечным резистором как в ту, так и в другую сторону. Сигнал K1 через коммутатор DD2 поступает на вход компаратора DA1, где сравнивается с эталонным напряжением (~1 В), формируемым схемой на транзисторах VT13 и VT14. При достижении заданного напряжения (1,4 В) компаратор выдает сигнал микроконтроллеру о завершении процесса разрядки. Схема переходит в режим «заряд» (Z1 = 1, R1 = 0), загорается красный светодиод. Транзистор VT1 открывается, начинает работать генератор тока DA2 и напряжение заряда через транзистор VT2 поступает на аккумулятор. При достижении заряда примерно 1,45 В заряд прекращается. Затем на некоторое время (примерно 8–10 с) включается режим «разряд» (загорается зеленый светодиод) с замером напряжения на аккумуляторе. Если напряжение не изменилось, то зарядка на этом заканчивается (не горят оба светодиода). Если же напряжение резко упало (до 1–1, 1 В), что свидетельствует о неисправности элемента, то выдается звуковой сигнал, а зеленый светодиод начинает мигать. Эталонное напряжение в 0,7–0,8 В служит для обнаружения аккумулятора в ячейке. Если аккумулятора нет, то измеренное для данной ячейки напряжение будет меньше эталонного, и режимы разряда и заряда не включаются. В устройстве предусмотрен режим «принудительный заряд», когда возникает необходимость быстрой подзарядки аккумулятора.

При кодах Rn = 0, Zn = 1 – режим измерения, оба светодиода погашены.

При кодах Rn = 1, Zn = 1 – режим разрядки, мигает зеленый светодиод.

При кодах Rn = 0, Zn = 0 – режим зарядки, мигает красный светодиод.

Выбор зарядных токов 1/10 от емкости аккумулятора осуществляется двумя джамперами JP1, JP2, за счет параллельного включения токозадающих резисторов. При отключенных джамперах ток около 60 мА выставляется подбором резистора R4. При включении JP1 зарядный ток увеличивается до 80 мА (подбором R3). При включении JP1 и JP2 ток возрастает до 110–120 мА (подбор R5). Для стабилизаторов напряжения 78L05 оговорен максимальный ток в 100 мА, но в режиме стабилизатора тока он пропускает и 120 мА при достаточно небольшом нагреве, в крайнем случае на него можно надеть небольшой теплоотвод.

В схеме применен резонатор на частоту 3,58 Мгц, но можно применить любой другой с частотой от 3 до 8 МГц. В этом случае в программе придется изменить некоторые константы. Светодиоды – типа АЛ307, один красный, другой зеленый. В качестве звукоизлучателя можно использовать телефоны типа ТМ-2В или ЗП-31.

Наладка устройства сводится к установке эталонных напряжений.

Эталонные напряжения устанавливаются резисторами R41*, R42, R43, R44 по определенной методике. Это делается без микросхемы микроконтроллера. В контакты 2 и 3 панельки для нее вставляются или припаиваются к контактным площадкам два проводника и подсоединяются через резисторы номиналом 10 К к источнику +5 В. Затем подают питание на плату и, заземляя оба контакта панельки (код 00) вместе или поочередно (коды 01, 10), с помощью подстроечных резисторов выставляют указанные на схеме напряжения в точке «К» (4 вывод К554СА3А) (Е0 — старший бит, Е1 — младший бит).

В заключение можно отметить, что по данной схеме можно заряжать и аккумуляторы большей емкости, при этом используя стабилизаторы на больший ток (300–400 мА), соответственно заменив и ключевые транзисторы на более мощные. А также упростить саму схему зарядного устройства, исключив компаратор К554СА3А, так как в AT89C1051 уже имеется свой компаратор, это порт P1.1 (+) и P1.0 (–). Выходы же портов позволят подключить разрядно-зарядные блоки непосредственно к портам ОЭВМ без буфера 555АП6.

Так как все режимы задаются программно, то их можно легко модифицировать, добавлять новые по своему усмотрению.

Коды для прошивки ППЗУ контроллера приведены в таблице 13.1, HEX-файл для записи в контроллер — в таблице 13.2.

На рис. 13.2, 13.3 приведены рисунки обеих сторон печатной платы, на рис. 13.4 — схема расположения элементов на плате.

Таблица 13.1

```
; «ZU-2000»
; ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО
; НА 4 ЭЛЕМЕНТА

; М/К 89C2051
; Fт=3.58Мгц

; PORTH PORT PIN FUNKCIONAL

; 90H.0 P1.0 12 R1
; 90H.1 P1.1 13 Z1
; 90H.2 P1.2 14 R2
; 90H.3 P1.3 15 Z2
; 90H.4 P1.4 16 R3
; 90H.5 P1.5 17 Z3
; 90H.6 P1.6 18 R4
; 90H.7 P1.7 19 Z4

; 0B0H.0 P3.0 2 0-1V 1-1.3V 0-1.45V
; 0B0H.1 P3.1 3 1 0 0
; 0B0H.2 P3.2 6
; 0B0H.3 P3.3 7 0-ЭЛЕМЕНТ 1 1-ЭЛЕМЕНТ 2 0-ЭЛЕМЕНТ 3 1-ЭЛЕМЕНТ 4
; 0B0H.4 P3.4 8 0 0 1 1
```

```
; 0B0H.5 P3.5 9 ВХОД (ВЫХОД КОМПАРАТОРА)
; 0B0H.7 P3.7 11 ЗВУК

; R5 ЗАДЕРЖКА
; R6 ---"---
; R7 ---"---

; 21H.0-ВРЕМЯ РАЗРЯДА(КОЛИЧЕСТВО ЦИКЛОВ)
; 21H.1--"-
; 21H.2-РАЗРЯД ЭЛЕМЕНТА
; 21H.3-0-ЗАРЯД,1-РАЗРЯД,0-ЗАМЕР,1-ЭЛЕМЕНТ ОТКЛ.
; 21H.4-0 1 1 0
; 21H.5-ЭЛЕМЕНТ БРАКОВАННЫЙ
; 21H.6-ЭЛЕМЕНТ ОТКЛЮЧЕН
; 21H.7-РАЗРЯД ЭЛЕМЕНТА(ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА)

        MOV 90H,#01010101B          ; ЗАМЕР
        MOV 0B0H,#10100010B         ; 1B, ЭЛЕМЕНТ 1
        MOV 21H,#00010000B          ; ЗАМЕР
        MOV 22H,#00010000B          ; ЗАМЕР
        MOV 23H,#00010000B          ; ЗАМЕР
        MOV 24H,#00010000B          ; ЗАМЕР

LL1:    NOP                         ; ЭЛЕМЕНТ 1

        MOV A,22H                   ; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 2 НА ПРИГОДНОСТЬ
        JNB 0E0H.5,L1A              ;
        CPL 90H.5                   ;
        CALL SND                    ;
L1A:    MOV A,23H                   ; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 3 НА ПРИГОДНОСТЬ
        JNB 0E0H.5,L1B              ;
        CPL 90H.3                   ;
        CALL SND                    ;
L1B:    MOV A,24H                   ; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 4 НА ПРИГОДНОСТЬ
        JNB 0E0H.5,L1               ;
        CPL 90H.1                   ;
        CALL SND                    ;

L1:     CALL ZP                     ; ЗАДЕРЖКА 1СЕК
        JNB 0B0H.7,L3               ; КНОПКА ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ЗАРЯДА
        CLR 90H.7                   ; ЗАМЕР (ПРОВЕРКА НАЛИЧИЯ ЭЛЕМЕНТА)
        SETB 90H.6                  ;
        MOV 0B0H,#10100011B         ; 0.7B,ЭЛЕМЕНТ 1
        CALL ZZ                     ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
        JB 0B0H.5,L24               ; 0.7B < U (ЭЛЕМЕНТ УСТАНОВЛЕН)
        MOV A,21H                   ;
        JB 0E0H.2,L3                ; ПРОВЕРКА ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД (ВКЛЮЧИТЬ ЗАРЯД) ***
        JB 0E0H.5,L16               ; ИЗЪЯТ ***
        JB 0E0H.7,L21               ; В БРАК ***
L16:    MOV 21H,#00010000B          ; ЭЛЕМЕНТ ОТСУТСТВУЕТ (УСТАНОВЛЕН ЗАМЕР)
L19:    JMP KK1                     ;
L3:     JMP L11                     ;

L24:    MOV A,21H                   ;
```

```
         CLR 0E0H.2                  ;
         JB 0E0H.5,L23               ; ЭЛЕМЕНТ БРАКОВАННЫЙ
         JB 0E0H.6,L19               ; ЭЛЕМЕНТ ОТКЛ.
         JB 0E0H.7,L20               ; РАЗРЯД НА КАЧЕСТВО

         JNB 0E0H.3,L22              ; ПРОВЕРКА ВКЛЮЧИТЬ ЗАМЕР
         JMP L30                     ; ВКЛЮЧЕН РАЗРЯД
L22:     JNB 0E0H.4,L31              ; ВКЛЮЧЕН ЗАРЯД
         MOV 0B0H,#10100000B         ; 1.45B,ЭЛЕМЕНТ 1
         CALL ZZ                     ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
         JNB 0B0H.5,L15              ; 1.45B > U ПРОВЕРИТЬ НАИМЕНЬШЕЕ НАПРЯЖЕНИЕ
         JMP L17                     ;

L31:     SETB 90H.6                  ; ЗАМЕР
         MOV 0B0H,#10100000B         ; 1.45B, ЭЛЕМЕНТ 1
         CALL ZZ                     ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
         JNB 0B0H.5,L32              ; 1.45B > U (ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЗАРЯДА)
L17:     MOV 21H,#10011000B          ; ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА
         SETB 90H.7                  ; ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД
         SETB 90H.6                  ;
         JMP KK1                     ;

L21:     MOV 21H,#00100000B          ; БРАК
L23:     CPL 90H.7                   ; МИГАНИЕ СВЕТОДИОДА
         CALL SND                    ; ЗВУК
         JMP KK1                     ;

L20:     INC 21H                     ; ЦИКЛ РАЗРЯДА
         MOV A,21H                   ;
         ANL A,#03H                  ;
         CJNE A,#3,L25               ;
         CLR 90H.7                   ; ЗАМЕР
         MOV 0B0H,#10100001B         ; 1.3B
         CALL ZZ                     ;
         JNB 0B0H.5,L21              ; 1.3B > U (ЭЛЕМЕНТ БРАКОВАННЫЙ)
         MOV 21H,#01000000B          ; ЭЛЕМЕНТ ОТКЛЮЧЕН
         JMP KK1                     ;

L30:     CLR 90H.7                   ; ЗАМЕР
L15:     MOV 0B0H,#10100010B         ; 1.0B,ЭЛЕМЕНТ 1
         CALL ZZ                     ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК.
         JNB 0B0H.5,L11              ; 1B > U (ВКЛЮЧЕНИЕ ЗАРЯДА)
         MOV 21H,#00011100B          ; РАЗРЯД
L25:     SETB 90H.7                  ; ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД
         JMP KK1                     ;

L11:     MOV 21H,#00000100B          ; ВКЛЮЧИТЬ ЗАРЯД
L32:     CLR 90H.6                   ;
         CLR 90H.7                   ;
;------------------------------------------------------------
KK1:     NOP                         ; ЭЛЕМЕНТ 2

         MOV A,21H                   ; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 1 НА БРАК
         JNB 0E0H.5,K1A              ;
         CPL 90H.7                   ;
```

```
      CALL SND                   ;
K1A:  MOV A,23H                  ; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 3 НА БРАК
      JNB 0E0H.5,K1B             ;
      CPL 90H.3                  ;
      CALL SND                   ;
K1B:  MOV A,24H                  ; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 4 НА БРАК
      NB 0E0H.5,K1               ;
      CPL 90H.1                  ;
      CALL SND                   ;

K1:   CALL ZP                    ; ЗАДЕРЖКА 1СЕК.
      JNB 0B0H.7,K3              ; КНОПКА ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ЗАРЯДА
      CLR 90H.5                  ; ЗАМЕР (ПРОВЕРКА НАЛИЧИЯ ЭЛЕМЕНТА)
      SETB 90H.4                 ;
      MOV 0B0H,#10101011B        ; 0.7В,ЭЛЕМЕНТ 1
      CALL ZZ                    ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
      JB 0B0H.5,K24              ; 0.7В < U (ЭЛЕМЕНТ УСТАНОВЛЕН)
      MOV A,22H                  ;
      JB 0E0H.2,K3               ; ПРОВЕРКА ВКЛЮЧЕНИЯ РАЗРЯДА(ВКЛЮЧИТЬ ЗАРЯД)
      JB 0E0H.5,K16              ; ЭЛЕМЕНТ ИЗЪЯТ
      JB 0E0H.7,K21              ; БРАК
K16:  MOV 22H,#00010000B         ; ЭЛЕМЕНТ ОТСУТСТВУЕТ (УСТАНОВЛЕН ЗАМЕР)
K19:  JMP NN1                    ;
K3:   JMP K11                    ;

K24:  MOV A,22H                  ;
      CLR 0E0H.2                 ;
      JB 0E0H.5,K23              ; ЭЛЕМЕНТ БРАКОВАННЫЙ
      JB 0E0H.6,K19              ; ЭЛЕМЕНТ ОТКЛЮЧЕН
      JB 0E0H.7,K20              ; РАЗРЯД НА ПРОВЕРКУ КАЧЕСТВА

      JNB 0E0H.3,K22             ; ПРОВЕРКА ВКЛЮЧЕНИЕ ЗАМЕРА
      JMP K30                    ; ВКЛЮЧЕН РАЗРЯД
K22:  JNB 0E0H.4,K31             ; ВКЛЮЧЕН ЗАРЯД
      MOV 0B0H,#10101000B        ; 1.45В,ЭЛЕМЕНТ 1
      CALL ZZ                    ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК.
      JNB 0B0H.5,K15             ; 1.45В > U (ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД)
      JMP K17                    ;

K31:  SETB 90H.4                 ; ЗАМЕР
      MOV 0B0H,#10101000B        ; 1.45В,ЭЛЕМЕНТ 1
      CALL ZZ                    ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК.
      JNB 0B0H.5,K32             ; 1.45В > U (ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЗАРЯДА)
K17:  MOV 22H,#10011000B         ;
      SETB 90H.5                 ; ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД
      SETB 90H.4                 ; ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА
      JMP NN1                    ;

K21:  MOV 22H,#00100000B         ; БРАК
K23:  CPL 90H.5                  ; МИГАНИЕ СВЕТОДИОДА
      CALL SND                   ; ЗВУК
      JMP NN1                    ;

K20:  INC 22H                    ; ЦИКЛ РАЗРЯДА
      MOV A,22H                  ;
```

```
        ANL A,#03H              ;
        CJNE A,#03H,K25         ;
        CLR 90H.5               ; ЗАМЕР
        MOV 0B0H,#10101001B     ; 1.3В
        CALL ZZ                 ;
        JNB 0B0H.5,K21          ; 1.3В > U (ЭЛЕМЕНТ БРАКОВАННЫЙ)
        MOV 22H,#01000000B      ; ЭЛЕМЕНТ ОТКЛЮЧЕН
        JMP NN1                 ;

K30:    CLR 90H.5               ; ЗАМЕР
K15:    MOV 0B0H,#10101010B     ; 1.0В,ЭЛЕМЕНТ 1
        CALL ZZ                 ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
        JNB 0B0H.5,K11          ; 1В > U (ВКЛЮЧЕНИЕ ЗАРЯДА)
        MOV 22H,#00011100B      ;
K25:    SETB 90H.5              ; ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД
        JMP NN1                 ;

K11:    MOV 22H,#00000100B      ; ВКЛЮЧИТЬ ЗАРЯД
K32:    CLR 90H.4               ;
        CLR 90H.5                               ;
;-----------------------------------------------------------
NN1:    NOP                     ; ЭЛЕМЕНТ 3

        MOV A,21H               ; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 1 НА БРАК
        JNB 0E0H.5,N1A          ;
        CPL 90H.7               ;
        CALL SND                ;
N1A:    MOV A,22H               ; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 2 НА БРАК
        JNB 0E0H.5,N1B          ;
        CPL 90H.5               ;
        CALL SND                ;
N1B:    MOV A,24H               ; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 4 НА БРАК
        JNB 0E0H.5,N1           ;
        CPL 90H.1               ;
        CALL SND                ;

N1:     CALL ZP                 ; ЗАДЕРЖКА 1СЕК
        JNB 0B0H.7,N3           ; КНОПКА ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ЗАРЯДА
        CLR 90H.3               ; ЗАМЕР (ПРОВЕРКА НАЛИЧИЯ ЭЛЕМЕНТА)
        SETB 90H.2              ;
        MOV 0B0H,#10110011B     ; 0.7В,ЭЛЕМЕНТ 1
        CALL ZZ                 ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
        JB 0B0H.5,N24           ; 0.7В < U (ЭЛЕМЕНТ УСТАНОВЛЕН)
        MOV A,23H               ;
        JB 0E0H.2,N3            ; ПРОВЕРКА ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД (ВКЛЮЧИТЬ ЗАРЯД)
        JB 0E0H.5,N16           ; ИЗЪЯТ
        JB 0E0H.7,N21           ; БРАК
N16:    MOV 23H,#00010000B      ; ЭЛЕМЕНТ ОТСУТСТВУЕТ (УСТАНОВЛЕН ЗАМЕР)
N19:    JMP MM1                 ;
N3:     JMP N11                 ;

N24:    MOV A,23H               ;
        CLR 0E0H.2              ;
        JB 0E0H.5,N23           ; ЭЛЕМЕНТ БРАКОВАННЫЙ
        JB 0E0H.6,N19           ; ЭЛЕМЕНТ ОТКЛЮЧЕН
```

```
       JB 0E0H.7,N20              ; РАЗРЯД НА КАЧЕСТВО

       JNB 0E0H.3,N22             ; ПРОВЕРКА ВКЛЮЧИТЬ ЗАМЕР
       JMP N30                    ; ВКЛЮЧЕН РАЗРЯД
N22:   JNB 0E0H.4,N31             ; ВКЛЮЧЕН ЗАРЯД
       MOV 0B0H,#10110000B        ; 1.45В, ЭЛЕМЕНТ 1
       CALL ZZ                    ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
       JNB 0B0H.5,N15             ; 1.45В > U (ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД)
JMP N17                           ;

N31:   SETB 90H.2                 ; ЗАМЕР
       MOV 0B0H,#10110000B        ; 1.45В, ЭЛЕМЕНТ 1
       CALL ZZ                    ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
       JNB 0B0H.5,N32             ; 1.45В > U (ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЗАРЯДА)
N17:   MOV 23H,#10011000B         ;
       SETB 90H.3                 ; ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД
       SETB 90H.2                 ; (ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА)
       JMP MM1                    ;

N21:   MOV 23H,#00100000B         ; БРАК
N23:   CPL 90H.3                  ; МИГАНИЕ СВЕТОДИОДА
       CALL SND                   ; ЗВУК
       JMP MM1                    ;

N20:   INC 23H                    ; ЦИКЛ РАЗРЯДА
       MOV A,23H                  ;
       ANL A,#03H                 ;
       CJNE A,#03H,N25            ;
       CLR 90H.3                  ; ЗАМЕР
       MOV 0B0H,#10110001B        ; 1.3В
       CALL ZZ                    ;
       JNB 0B0H.5,N21             ; 1.3В > U (ЭЛЕМЕНТ БРАКОВАННЫЙ)
       MOV 23H,#01000000B         ; ЭЛЕМЕНТ ОТКЛЮЧЕН
       JMP MM1                    ;

N30:   CLR 90H.3                  ; ЗАМЕР
N15:   MOV 0B0H,#10110010B        ; 1.0В, ЭЛЕМЕНТ 1
       CALL ZZ                    ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
       JNB 0B0H.5,N11             ; 1В > U (ВКЛЮЧЕНИЕ ЗАРЯДА)
       MOV 23H,#00011100B         ;
N25:   SETB 90H.3                 ; ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД
       JMP MM1                    ;

N11:   MOV 23H,#00000100B         ; ВКЛЮЧИТЬ ЗАРЯД
N32:   CLR 90H.2                  ;
       CLR 90H.3                  ;
;-----------------------------------------------------
MM1:   NOP                        ; ЭЛЕМЕНТ 4

       MOV A,21H                  ; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 1 НА БРАК
       JNB 0E0H.5,M1A             ;
       CPL 90H.7                  ;
       CALL SND                   ;
M1A:   MOV A,22H                  ; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 2 НА БРАК
       JNB 0E0H.5,M1B             ;
```

```
        CPL 90H.5                   ;
        CALL SND                    ; ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТА 3 НА БРАК
        JNB 0E0H.5,M1               ;
        CPL 90H.3                   ;
        CALL SND                    ;
M1:     CALL ZP                     ; ЗАДЕРЖКА 1СЕК
        JNB 0B0H.7,M3               ; КНОПКА ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ЗАРЯДА
        CLR 90H.1                   ; ЗАМЕР (ПРОВЕРКА НАЛИЧИЯ ЭЛЕМЕНТА)
        SETB 90H.0                  ;
        MOV 0B0H,#10111011B         ; 0.7В,ЭЛЕМЕНТ 1
        CALL ZZ                     ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
        JB 0B0H.5,M24               ; 0.7В < U (ЭЛЕМЕНТ УСТАНОВЛЕН)
        MOV A,24H                   ;
        JB 0E0H.2,M3                ; ПРОВЕРКА ВКЛЮЧИТЬРАЗРЯД (ВКЛЮЧИТЬ ЗАРЯД)
        JB 0E0H.5,M16               ; ИЗЪЯТ
        JB 0E0H.7,M21               ; БРАК
M16:    MOV 24H,#00010000B          ; ЭЛЕМЕНТ ОТСУТСТВУЕТ (УСТАНОВЛЕН ЗАМЕР)
M19:    JMP LL1                     ;
M3:     JMP M11                     ;

M24:    MOV A,24H                   ;
        CLR 0E0H.2                  ;
        JB 0E0H.5,M23               ; ЭЛЕМЕНТ БРАКОВАННЫЙ
        JB 0E0H.6,M19               ; ЭЛЕМЕНТ ОТКЛЮЧЕН
        JB 0E0H.7,M20               ; РАЗРЯД НА КАЧЕСТВО

        JNB 0E0H.3,M22              ; ПРОВЕРКА ВКЛЮЧЕНИЯ ЗАМЕРА
        JMP M30                     ; ВКЛЮЧЕН РАЗРЯД
M22:    JNB 0E0H.4,M31              ; ВКЛЮЧЕН ЗАРЯД
        MOV 0B0H,#10111000B         ; 1.45В,ЭЛЕМЕНТ 1
        CALL ZZ                     ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
        JNB 0B0H.5,M15              ; 1.45В > U (ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД)
        JMP M17                     ;

M31:    SETB 90H.0                  ; ЗАМЕР
        MOV 0B0H,#10111000B         ; 1.45В, ЭЛЕМЕНТ 1
        CALL ZZ                     ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
        JNB 0B0H.5,M32              ; 1.45В > U (ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЗАРЯДА)
M17:    MOV 24H,#10011000B          ;
        SETB 90H.1                  ; ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД
        SETB 90H.0                  ; (ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА)
        JMP LL1                     ;

M21:    MOV 24H,#00100000B          ; БРАК
M23:    CPL 90H.1                   ; МИГАНИЕ СВЕТОДИОДА
        CALL SND                    ; ЗВУК
        JMP LL1                     ;

M20:    INC 24H                     ; ЦИКЛ РАЗРЯДА
        MOV A,24H                   ;
        ANL A,#03H                  ;
        CJNE A,#03H,M25             ;
        CLR 90H.1                   ; ЗАМЕР
        MOV 0B0H,#10111001B         ; 1.3В
        CALL ZZ                     ;
```

```
        JNB 0B0H.5,M21               ; 1.3В > U (ЭЛЕМЕНТ БРАКОВАННЫЙ)
        MOV 24H,#01000000B           ; ЭЛЕМЕНТ ОТКЛЮЧЕН
        JMP LL1                      ;

M30:    CLR 90H.1                    ; ЗАМЕР
M15:    MOV 0B0H,#10111010B          ; 1.0В,ЭЛЕМЕНТ 1
        CALL ZZ                      ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК
        JNB 0B0H.5,M11               ; 1В > U (ВКЛЮЧЕНИЕ ЗАРЯДА)
        MOV 24H,#00011100B           ; ВКЛЮЧИТЬ РАЗРЯД
M25:    SETB 90H.1                   ;
        JMP LL1                      ;

M11:    MOV 24H,#00000100B           ; ВКЛЮЧИТЬ ЗАРЯД
M32:    CLR 90H.0                    ;
        CLR 90H.1                    ;
        JMP LL1                      ;
;-----------------------------------------------------------
SND:    MOV R5,#03H                  ; ЗВУК ~0,7СЕК
LZ1:    MOV R6,#0FFH                 ;
LZ:     CPL 0B0H.2                   ;
        LCALL Z                      ;
        DJNZ R6,LZ                   ;
        DJNZ R5,LZ1                  ;
        JNB 0B0H.2,S1                ;
        CPL 0B0H.2                   ;
S1:     RET                          ;
;-----------------------------------------------------------
Z:      MOV R7,#0F0H                 ; ЗАДЕРЖКА < 0.8СЕК.
Z1:     DJNZ R7,Z1                   ;
        RET                          ;

ZZ:     MOV R6,#78H                  ; ЗАДЕРЖКА 0.1СЕК.
ZZ2:    CALL Z                       ;
        DJNZ R6,ZZ2                  ;
        RET                          ;

ZP:     MOV R5,#0AH                  ; ЗАДЕРЖКА 1СЕК.
ZP1:    CALL ZZ                      ;
        DJNZ R5,ZP1                  ;
        RET                          ;

END
```

Таблица 13.2

```
:1000000075905575B0A27521107522107523107565
:10001000241000E52230E505B2951202FFE52330F9
:10002000E505B2931202FFE52430E505B291120214
:10003000FF12031E30B71EC297D29675B0A31203EB
:100040001720B514E52120E20C20E50320E74075D8
:1000500021100200CE0200C7E521C2E220E53320D4
:10006000E6F020E73530E3030200B430E40C75B06D
:10007000A012031730B53F020085D29675B0A012CA
:10008000031730B545752198D297D2960200CE75E8
```

```
:10009000212OB2971202FF0200CE0521E521540370
:1000A000B4031FC29775B0A112031730B5E17521D3
:1000B000400200CEC29775B0A212031730B5087582
:1000C000211CD2970200CE752104C296C29700E58A
:1000D0002130E505B2971202FFE52330E505B29322
:1000E0001202FFE52430E505B2911202FF12031E51
:1000F00030B71EC295D29475B0AB12031720B51459
:10010000E52220E20C20E50320E7407522100201E1
:100110008A020183E522C2E220E53320E6F020E7EF
:100120003530E30302017030E40C75B0A8120317F8
:1001300030B53F020141D29475B0A812031730B513
:1001400045752298D295D29402018A752220B295E3
:100150001202FF02018A0522E5225403B4031FC2E2
:100160009575B0A912031730B5E175224002018AD6
:10017000C29575B0AA12031730B50875221CD29526
:1001800002018A752204C294C29500E52130E5057A
:10019000B2971202FFE52230E505B2951202FFE5A3
:1001A0002430E505B2911202FF12031E30B71EC2C1
:1001B00093D29275B0B312031720B514E52320E251
:1001C0000C20E50320E7407523100202460202 3F9F
:1001D000E523C2E220E53320E6F020E73530E303F3
:1001E0002022C30E40C75B0B012031730B53F0298
:1001F0001FDD29275B0B012031730B54575239842
:10020000D293D2920202467523 20B2931202FF02C9
:100210002460523E5235403B4031FC29375B0B10E
:1002200012031730B5E1752340020246C29375B040
:10023000B212031730B50875231CD·293020246751B
:100240002304C292C29300E52130E505B297120261
:10025000FFE52230E505B2951202FFE52330E50502
:10026000B2931202FF12031E30B71DC291D29075D5
:10027000B0BB12031720B513E52420E20B20E503E1
:1002800020E73E7524100112 0202F6E524C2E220A6
:10029000E53220E6F120E73330E3030202E430E404
:1002A0000C75B0B812031730B53C0202B8D2907585
:1002B000B0B812031730B541752498D291D290018D
:1002C00012752420B2911202FF01120524E5245474
:1002D0003B4031EC29175B0B912031730B5E275AD
:1002E00024400112C29175B0BA12031730B50775D8
:1002F000241CD291011 2752404C290C29101127D76
:10030000037EFFB2B2120312DEF9DDF530B202B2A3
:10031000B2227FF0DFFE227E787112DEFC227D0A9F
:050320007117DDFC2255
:00000001FF
```

Рис. 13.2

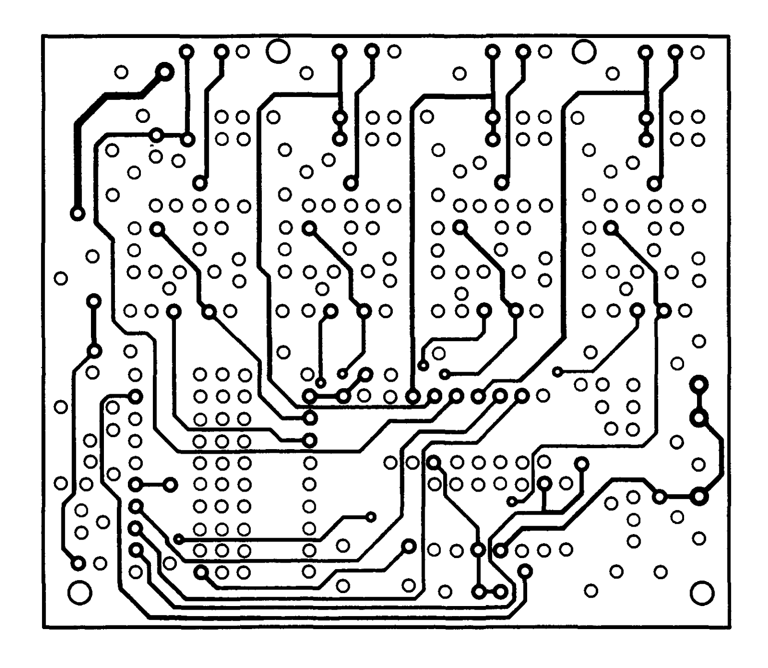


Рис. 13.3

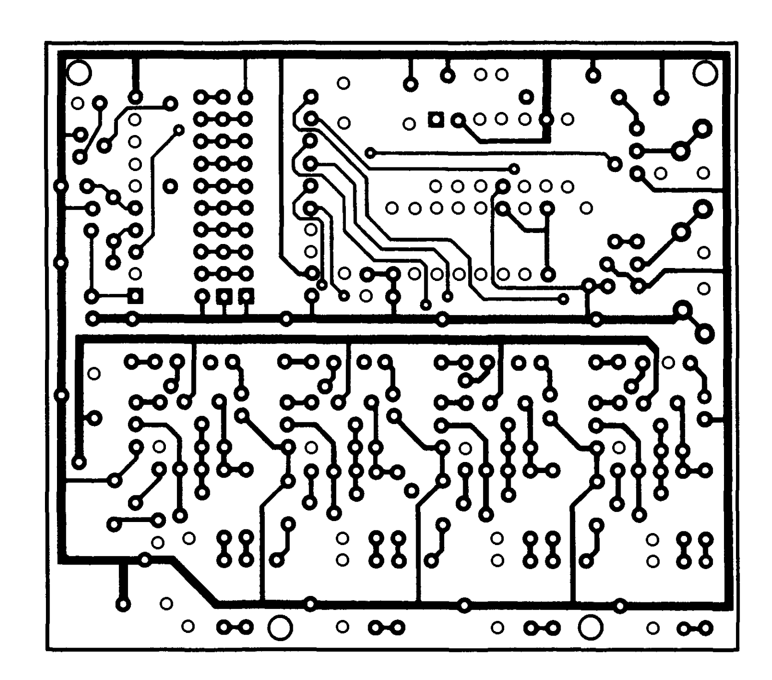
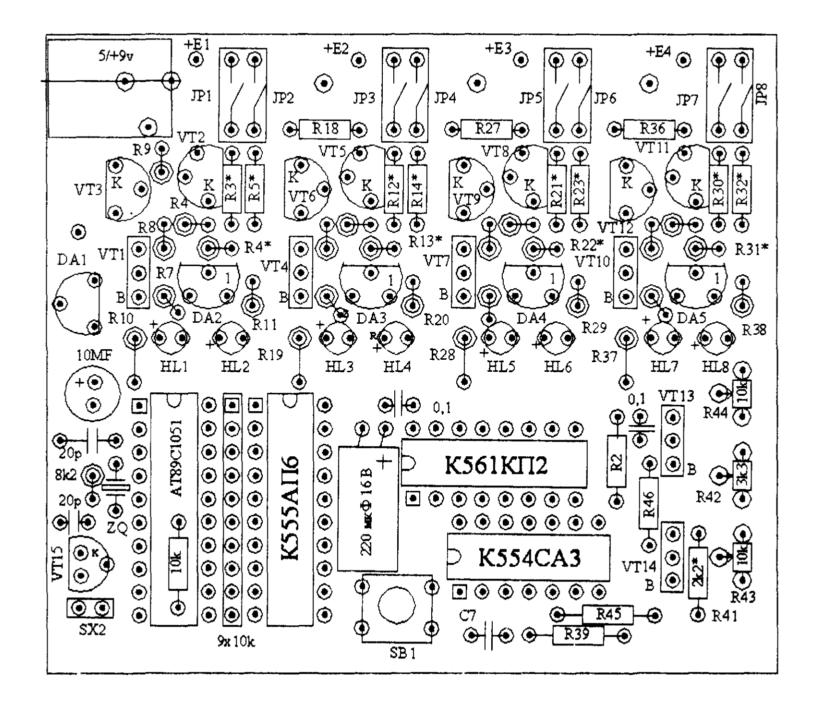


Рис. 13.4


5/+9v
+E1
+E2
+E3
+E4
JP1
JP2
JP3
JP4
JP5
JP6
JP7
JP8
R18
R27
R36
VT2
VT3
VT5
VT6
VT8
VT9
VT11
VT12
R3*
R5*
R12*
R14*
R21*
R23*
R30*
R32*
R9
R4
R8
R4*
R13*
R22*
R31*
DA1
VT1
VT4
VT7
VT10
R7
DA2
DA3
DA4
DA5
R10
R11
R20
R29
R38
R19
R28
R37
HL1
HL2
HL3
HL4
HL5
HL6
HL7
HL8
10MF
0,1
VT13
R44
10k
AT89C1051
K555АП6
К561КП2
220 мкФ 16В
R2
R46
R42
3k3
20p
8k2
ZQ
К554СА3
VT14
2k2*
R43
VT15
SX2
9x10k
SB1
C7
R45
R39
R41

Глава 14

Миниатюрная система видеонаблюдения

В повседневной практике часто возникает необходимость дистанционного наблюдения за какими-либо удаленными объектами (дача, складское помещение, входная дверь в подъезд и т.д.).

Подводить к передатчику с видеокамерой провода (для питания устройства и получения сигнала изображения и звука) не всегда представляется возможным. Иногда проще и удобнее использовать миниатюрные телевизионный передатчик и видеокамеру с питанием от аккумуляторной батареи.

Передатчик работает в диапазонах МВ (VHF) и ДМВ (UHF). Сигнал, формируемый передатчиком, может быть принят любым бытовым телевизором.

Передатчик собран на одной микросхеме и двух СВЧ-транзисторах. Он обеспечивает идеальное качество цветной картинки на расстоянии около 50 м от передатчика. Максимальный радиус действия зависит от чувствительности телевизора, применяемых антенн и для цветного изображения составляет 300 м, а черно-белого — более 500 м.

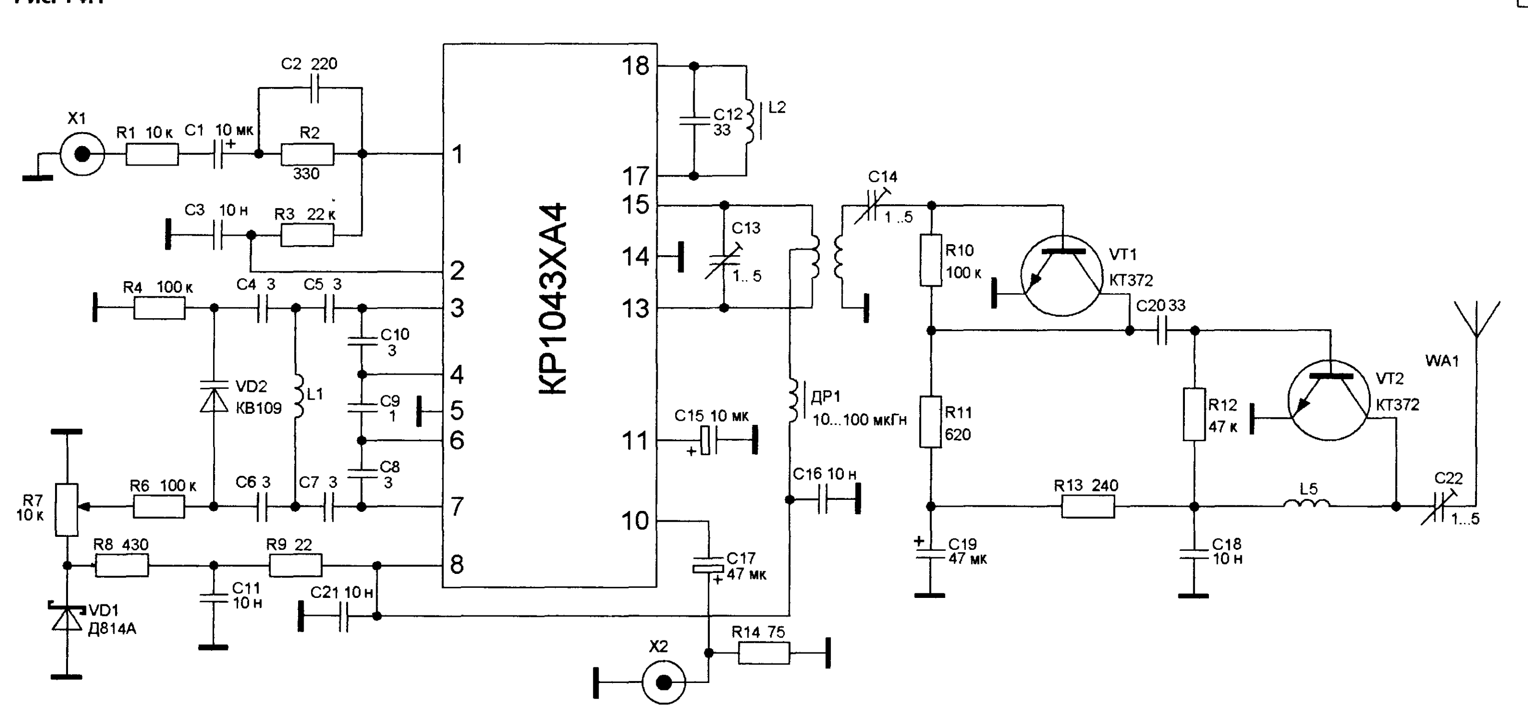
Принципиальная схема передатчика приведена на рис. 14.1.

Катушки передатчика бескаркасные, намотаны на оправке диаметром 3 мм. Катушки L1, L4, L5 содержат по 1,5 витка (кольцо с выводами вниз) провода ПЭВ 0,5 мм, а катушка L3 2+2 витка того же провода и состоит из двух половин, между которыми помещается катушка L4. Зазор между катушками L3 и L4 — около 1 мм. Катушка L2 взята от контура режекции звука любого телевизора. Контур L2 C12 настроен на частоту поднесущей звука 6,5 МГц, поэтому конденсатор C12 может быть другой емкости, какая была в составе контура телевизора. Дроссель типа ДПМ-0.1, ЕС24 10–50 мкГн или самодельный, намотанный на резисторе типа МЛТ-0.25 и содержащий 50 витков провода ПЭВ-2 диаметром примерно 0,1 мм, зафиксированного лаком. Провод желательно мотать секциями для уменьшения собственной емкости дросселя.

В конструкции применимы любые СВЧ-транзисторы с граничной частотой более 2 ГГц и мощностью не менее 50 мВт. В данной конструкции используются транзисторы КТ372 (А, Б).

Почти все пассивные элементы передатчика — SMD-компоненты для поверхностного монтажа типоразмера 0805. Топология печатного монтажа допускает и применение элементов типоразмера 1206.

Рис. 14.1


X1
R1 10 к
C1 10 мк
C2 220
R2
330
C3 10 н
R3 22 к
R4 100 к
C4 3
C5 3
C10
3
VD2
КВ109
L1
C9
1
C8
3
R7
10 к
R6 100 к
C6 3
C7 3
R8 430
R9 22
C11
10 н
C21 10 н
VD1
Д814А
КР1043ХА4
18
17
15
14
13
11
10
1
2
3
4
5
6
7
8
C12
33
L2
C13
1...5
C14
1...5
ДР1
10...100 мкГн
C15 10 мк
C16 10 н
C17
47 мк
X2
R14 75
R10
100 к
VT1
КТ372
C20 33
R11
620
R12
47 к
VT2
КТ372
WA1
R13 240
L5
C22
1...5
C19
47 мк
C18
10 н

Детали передатчика размещены на печатной плате размером 60×34 мм из двустороннего фольгированного стеклотекстолита.

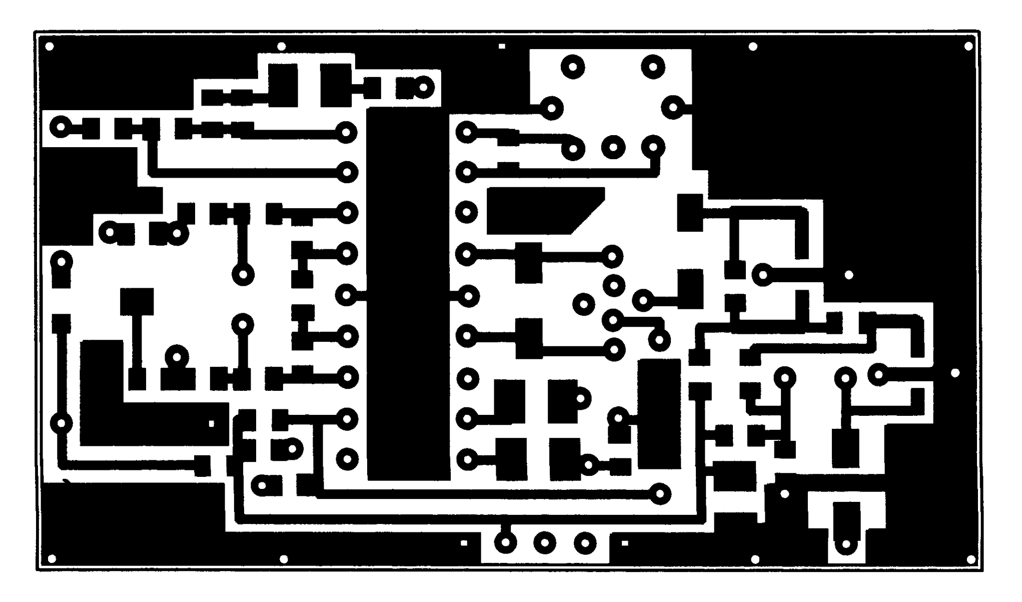
Принципиальная схема спроектирована с таким расчетом, чтобы по ней можно было легко вычертить разводку печатной платы. При этом следует учитывать, что ширина проводников должна быть не менее 1 мм. Важно, чтобы выводы микросхемы 5 и 14 соединялись друг с другом под микросхемой и с массой кратчайшим путем. Следует стремиться к тому, чтобы и остальные проводники были минимальной длины. Обязательна пайка обоих выводов эмиттера СВЧ-транзисторов.

Плата сверху закрывается латунным экраном высотой 20–25 мм с отверстиями напротив элементов регулировки (R7, C13, 14, 21, L2) и вывода антенны. Экран пропаивается по контуру снизу платы. Для установки антенны на плате распаивается латунная втулка с внутренней резьбой М2, куда и вворачивается штырь антенны.

Антенна представляет собой кусок голой медной проволоки от осветительного провода сечением 2,5 мм^2. Длина антенны подбирается экспериментально и составляет приблизительно 30 см. Плата размещена в подходящем корпусе, в кожухе которого просверлено отверстие для антенны.

Настройка сводится к установке рабочей точки модулятора резистором R7 (при этом изменяется также рабочая частота) по отсутствию зеленых контуров и розовых «тянучек» на изображении, контуров и согласования с антенной. В последнюю очередь настраивается контур L2 на частоту 6,5 МГц (можно на слух по чистой передаче звука). Выход-

Рис. 14.2



ной сигнал передатчика должен иметь мощность, достаточную для приема «на вход» телевизора с расстояния около метра. После окончательной настройки катушки можно залить парафином или полиэтиленом с помощью клеевого пистолета.

На рис. 14.2 и 14.3 приведены рисунки обеих сторон печатной платы, на рис. 14.4 – схема расположения элементов на плате.

Рис. 14.3

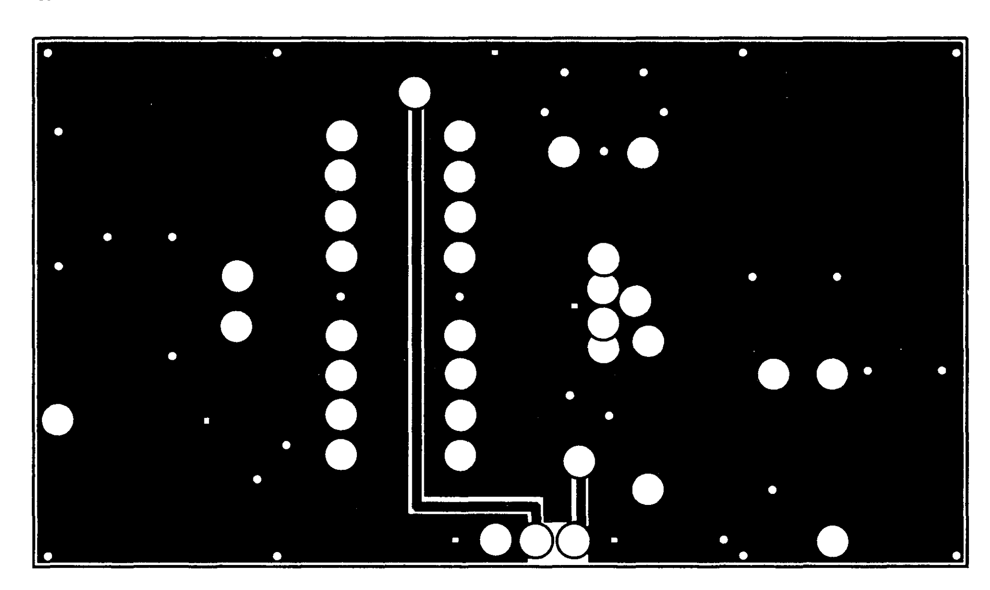
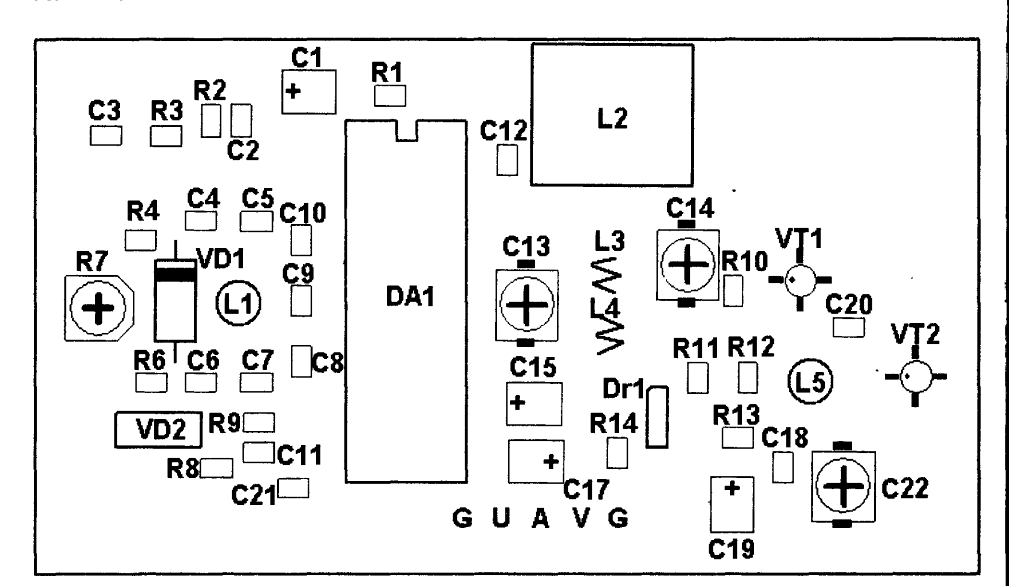


Рис. 14.4



Глава 15

Микроконтроллерная система ДУ

Конструирование систем дистанционного управления — одно из любимейших занятий радиолюбителей. Системы дистанционного управления (СДУ) широко применяются в повседневной жизни. Для большинства окружающих нас бытовых приборов (телевизоров, звуковых и видеомагнитофонов, музыкальных центров и т.д.) разработаны специализированные комплекты СДУ, применение которых для других целей связано с определенными трудностями. Появление недорогих микроконтроллеров позволяет создать с минимальными аппаратными затратами универсальную 16 (64)-командную СДУ. Универсальность СДУ обеспечивается тем, что и шифратор, и дешифратор можно запрограммировать для конкретных целей на любое (в разумных пределах, разумеется!) количество команд.

В качестве основы и шифратора, и дешифратора был выбран 8-битовый КМОП-микроконтроллер семейства AVR фирмы ATMEL ATTiny2313.

Для реализации функций передачи данных применен встроенный в микроконтроллер универсальный асинхронный приемопередатчик (UART).

Основные характеристики UART:

– генерация произвольных скоростей передачи (от 2400 бод до 115200);

– 8(9) бит данных;

– фильтрация шумов;

– определение переполнения;

– детектирование ошибки кадра;

– определение неверного стартового бита;

– 3 раздельных прерывания.

Подробно принцип работы UART описан в [1].

Скорость передачи определяется по формуле:

$$BAUD = F_{ск}/(16 \times (UBBR + 1)),$$

где BAUD — скорость передачи (бод); $F_{ск}$ — частота тактового генератора микроконтроллера; UBBR — содержимое регистра скорости передачи UART.

Как видно из формулы, для тактовой частоты микроконтроллера 4 МГц и выбранной скорости передачи 9600 бод значение UBBR будет равно примерно 23. Это создает незначительную погрешность (примерно 0,2%). На работу СДУ эта погрешность практически не влияет, поскольку в логической схеме приемника для обработки одного бита принимаемой последовательности производится 16 выборок входного сигнала.

Если применить более экзотический кварц на частоту 3,6864 МГц (при UBBR = 23), то ошибка передачи-приема кодовой последовательности будет равна нулю! Вообще в схеме можно применить любой имеющийся в наличии кварц в диапазоне частот от 1 МГц до 11,059 МГц, пересчитав значение UBBR по вышеприведенной формуле для выбранной скорости передачи.

Текст программы приведен для значения кварца, равного 3,6864 МГц. Скорость передачи – 19200 бит/с.

При постоянном кварце скорость можно изменять, меняя значения регистра UBRR.

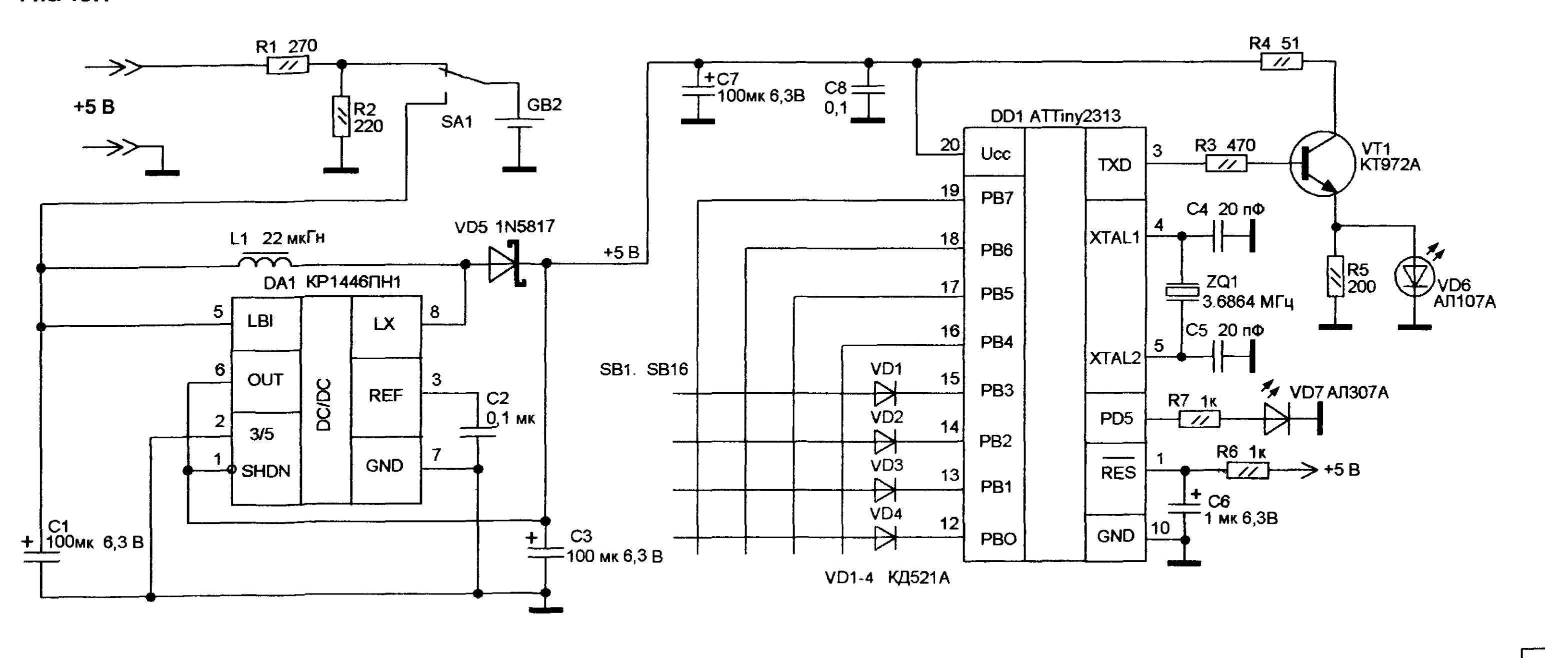
Принципиальная схема шифратора-передатчика СДУ с ИК-каналом представлена на рис. 15.1. Микроконтроллер включен по типовой схеме, рекомендованной фирмой-производителем. Порт В использован для подключения клавиатуры. Четыре младших бита установлены на выход, четыре старших – на вход. Принцип работы клавиатуры следующий. На выходы младших битов порта В (PB0–PB3) поочередно подается логический «ноль» (появляется низкий уровень на соответствующем выводе) и производится чтение старшего полубайта порта В. Если нажата какая-либо из 16 кнопок клавиатуры, то на одном из старших битов (Р4–Р7) появится низкий уровень. Программа определит наличие команды, код команды (заранее определенный пользователем!) будет записан в регистр передачи данных и выдан в последовательный порт (вывод PD1 – выход данных UART). Нажатие какой-либо кнопки клавиатуры (и, соответственно, наличие какой-то команды управления) индицируется светодиодом VD7, подключенным к выводу 9 микроконтроллера через токоограничивающий резистор R7.

Как видно из программы, число возможных передаваемых кодов равно числу кнопок на клавиатуре, т.е. 16, однако в приведенной программе приемника распознаются только 4 – вперед, назад, вправо, влево (см. таблицу управляющих кодов, таблицу кодов клавиатуры).

И приемник, и передатчик можно настроить на какие угодно 8-битные коды, число возможных однобайтных кодов равно 40320. Для этого в программе передатчика нужно поменять константы в разделах (2) и (4), а в программе приемника – в разделе (2).

С выхода TXD сигнал СДУ через резистор R7 поступает на базу составного транзистора VT1, включенного по схеме эмиттерного повто-

Рис. 15.1


R1 270
+5 В
R2
220
SA1
GB2
L1 22 мкГн
VD5 1N5817
+5 В
DA1 КР1446ПН1
LBI
OUT
3/5
SHDN
DC/DC
LX
REF
GND
C2
0,1 мк
C1
100мк 6,3 В
C3
100 мк 6,3 В
C7
100мк 6,3В
C8
0,1
DD1 ATTiny2313
Ucc
PB7
PB6
PB5
PB4
PB3
PB2
PB1
PBO
TXD
XTAL1
XTAL2
PD5
RES
GND
SB1. SB16
VD1
VD2
VD3
VD4
VD1-4 КД521А
R4 51
R3 470
VT1
KT972A
C4 20 пФ
ZQ1
3.6864 МГц
C5 20 пФ
R5
200
VD6
АЛ107А
R7 1к
VD7 АЛ307А
R6 1к
+5 В
C6
1 мк 6,3В

рителя. С эмиттера VT1 сигнал через токоограничивающий резистор поступает на анод ИК-светодиода VD6.

По умолчанию на выходе TXD устанавливается высокий уровень, однако программа работает циклически, и если нет сигналов с клавиатуры, то по умолчанию по UART передается пустой бит.

На микросхеме DA1 собран блок питания шифратора-передатчика. Поскольку микроконтроллер ATTiny2313 выполнен по КМОП-технологии, то оказалось возможным осуществить питание всей схемы всего от одной батарейки или аккумулятора типоразмера АА или даже AAA! В схеме блока питания предусмотрена возможность применения аккумулятора. Для этих целей на элементах R1, R2 собрано простейшее зарядное устройство. Переключателем SA1 осуществляется переключение режимов РАБОТА-ЗАРЯД.

Программа управления передатчиком приведена в табл. 15.3, НЕХ-файл для записи в контроллер передатчика — в таблице 15.4.

Рисунок печатной платы приведен на рис. 15.2, схема расположения элементов — на рис. 15.3.

Принципиальная схема приемника-дешифратора СДУ представлена на рис. 15.4.

Промодулированный ИК-сигнал поступает на вход фотоприемника, выполненного на элементах VD1, C1, C2, C3, DA1. Микросхема DA1 К1056УП1 представляет собой трехкаскадный усилитель сигналов с комплиментарными выходами. С выхода DA1 сигнал поступает на вход RXD микроконтроллера. Если сигнал, принятый приемником, совпадает с одной из запрограммированных пользователем команд, то на выходах порта В появляется дешифрированная команда для исполнительного устройства. В данном случае в качестве исполнительных устройств применены два мощных драйвера DA1 и DA2 TA7291P фирмы TOSHIBA, управляющих двумя двигателями игрушки на гусеничном ходу. Наличие управляющей команды индицируется светодиодом VD2.

Программа управления приемником приведена в таблице 15.5, НЕХ-файл для записи в контроллер приемника — в таблице 15.6.

Рисунок печатной платы дешифратора приведен на рис. 15.5, схема расположения элементов — на рис. 15.6. Схема ИК-приемника приведена на рис. 15.7. Рисунок печатной платы ИК-приемника приведен на рис. 15.8, схема расположения элементов — на рис. 15.9.

Вместо ИК-канала в СДУ может быть применен радиоканал на любой из разрешенных диапазонов. Никаких аппаратных и программных изменений такая замена не повлечет.

Схема приемника и передатчика для радиоканала приведены на рис. 15.13 и 15.10 соответственно. Рисунки печатных плат и схемы расположения элементов на платах приемника приведены на рис. 15.14 и 15.15, рисунки печатных плат и схемы расположения элементов на платах передатчика приведены на рис. 15.11 и 15.12.

Рис. 15.2

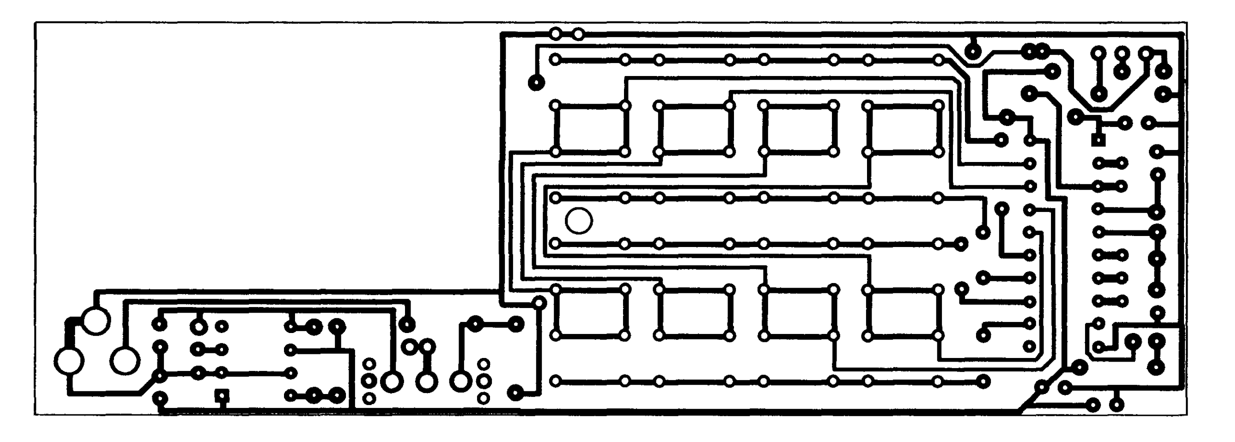


Рис. 15.3

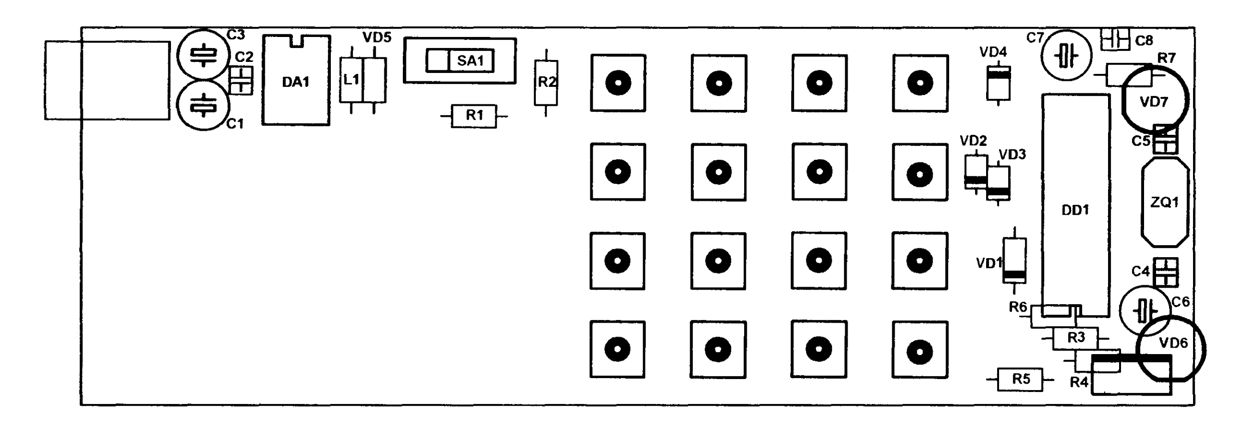


Рис. 15.4

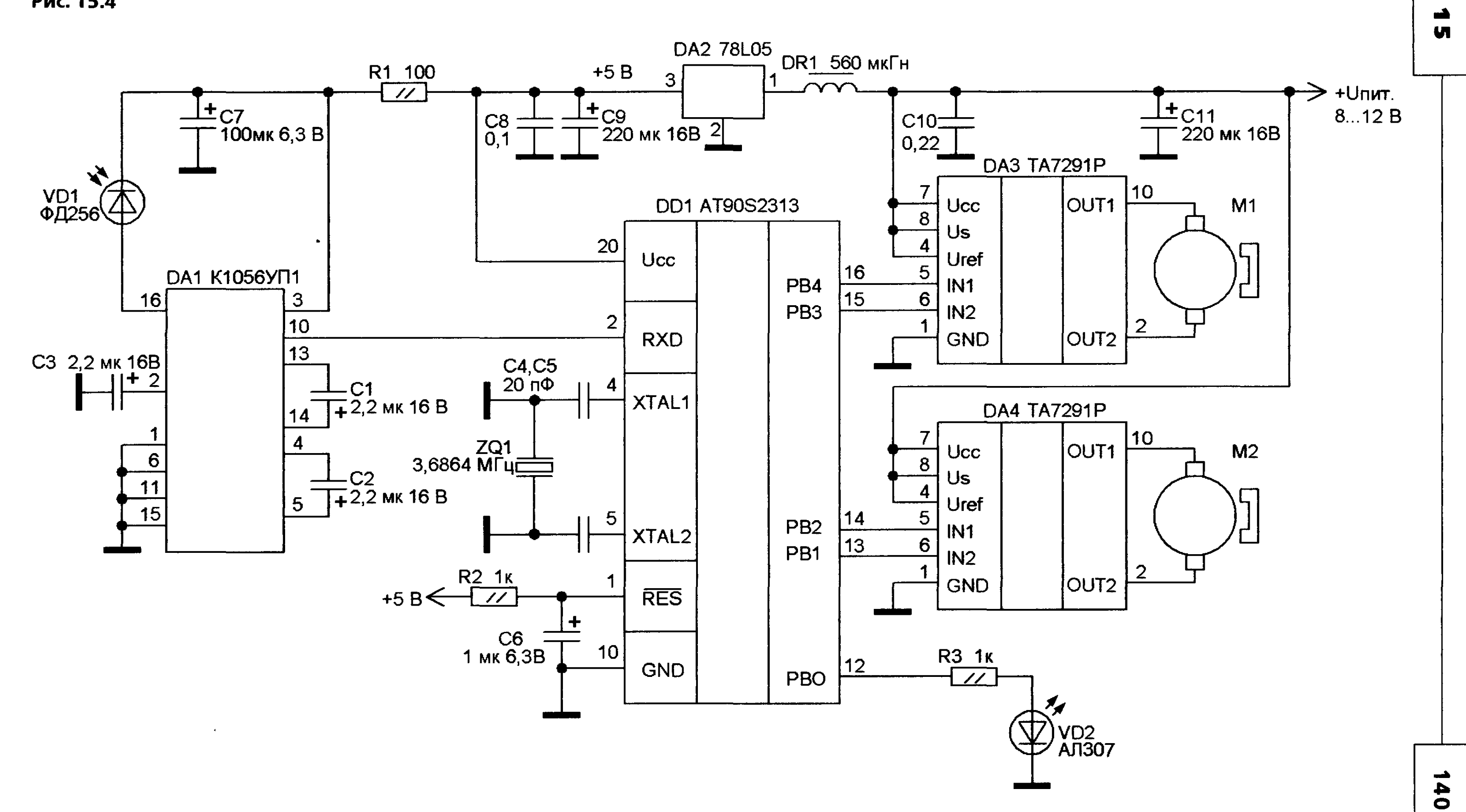

DA2 78L05
R1 100
+5 В
DR1 560 мкГн
+Uпит.
8...12 В
C7
100мк 6,3 В
C8
0,1
C9
220 мк 16В
C10
0,22
C11
220 мк 16В
VD1
ФД256
DA1 К1056УП1
DD1 AT90S2313
DA3 TA7291P
DA4 TA7291P
M1
M2
C3 2,2 мк 16В
C1
2,2 мк 16 В
C2
2,2 мк 16 В
C4,C5
20 пФ
ZQ1
3,6864 МГц
R2 1к
+5 В
C6
1 мк 6,3В
R3 1к
VD2
АЛ307
Ucc
RXD
XTAL1
XTAL2
RES
GND
PB4
PB3
PB2
PB1
PBO
Us
Uref
IN1
IN2
OUT1
OUT2

Рис. 15.5

Рис. 15.6

Рис. 15.7

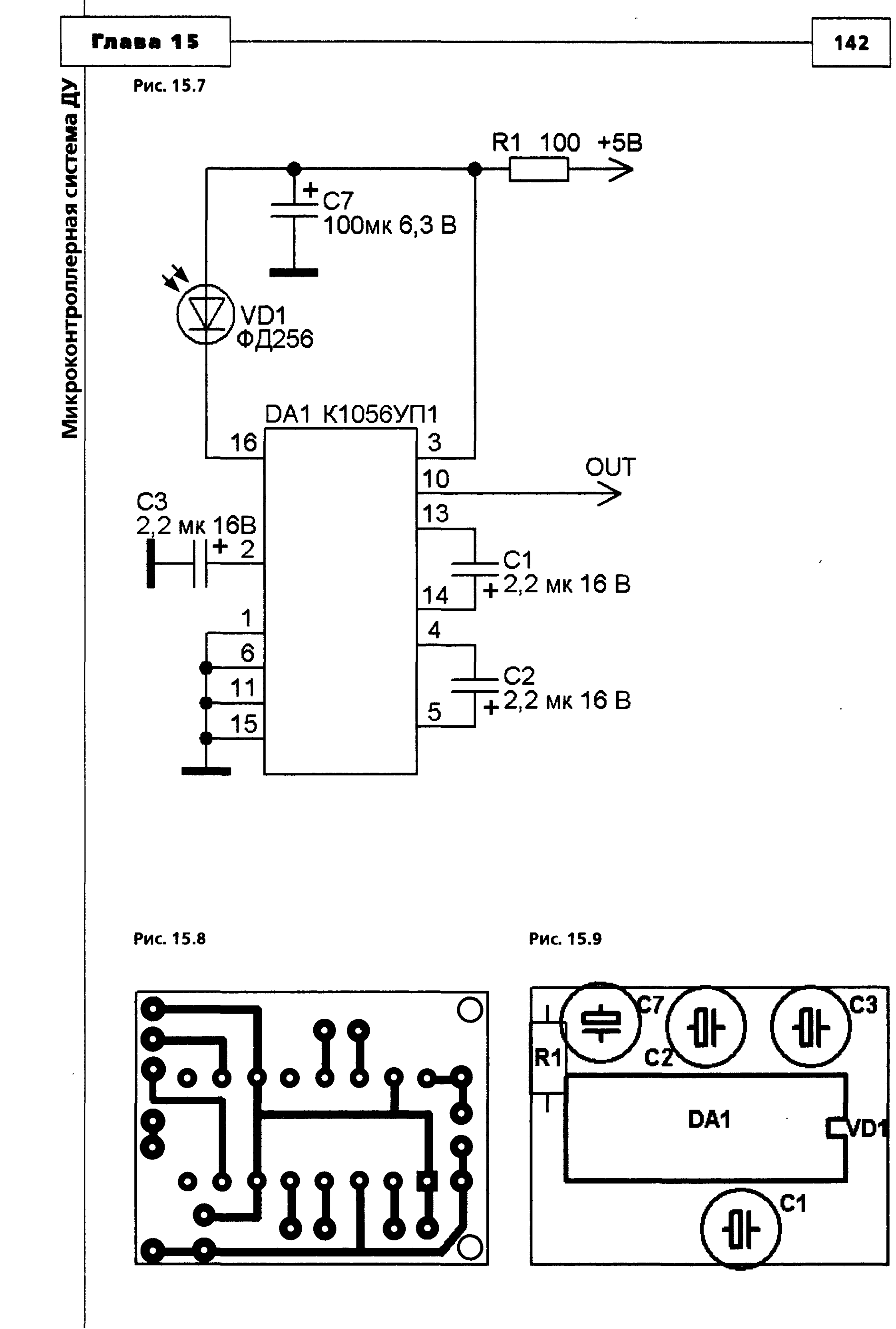
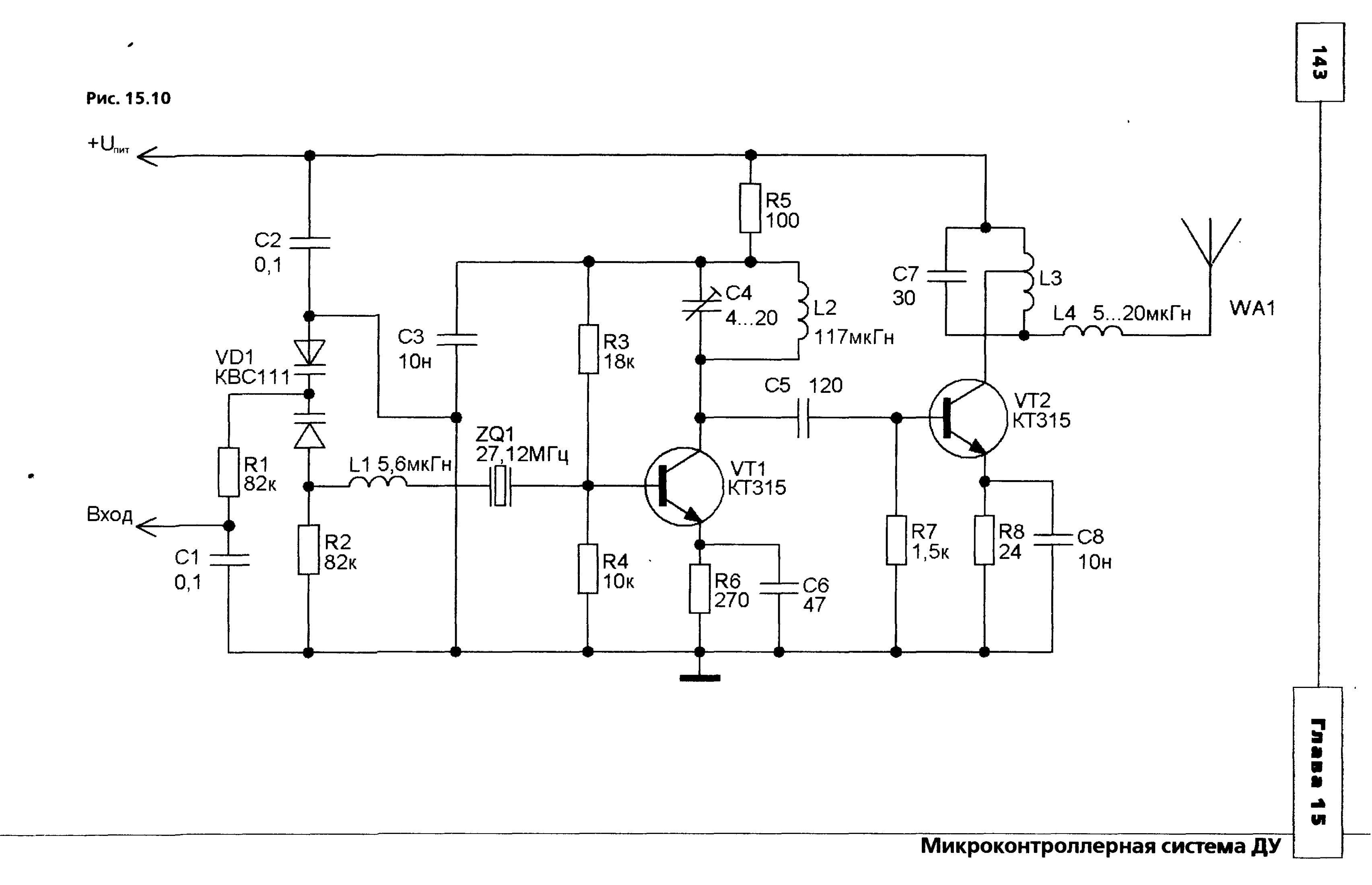


Рис. 15.8

Рис. 15.9

Рис. 15.10



$+U_{пит}$
R5
100
C2
0,1
C7
30
L3
WA1
C4
4...20
L2
117мкГн
L4 5...20мкГн
C3
10н
R3
18к
VD1
КВС111
C5 120
VT2
КТ315
ZQ1
27,12МГц
R1
82к
L1 5,6мкГн
VT1
КТ315
Вход
R2
82к
R7
1,5к
R8
24
C8
10н
C1
0,1
R4
10к
R6
270
C6
47

Рис. 15.11

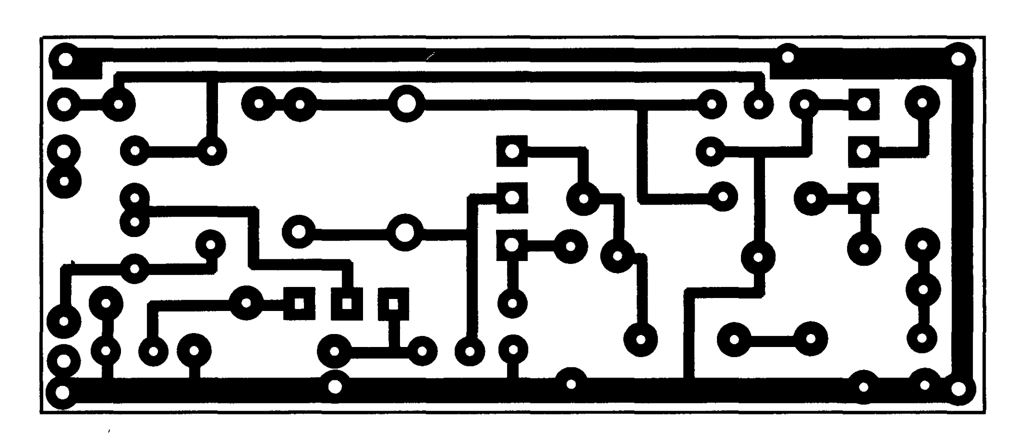


Рис. 15.12

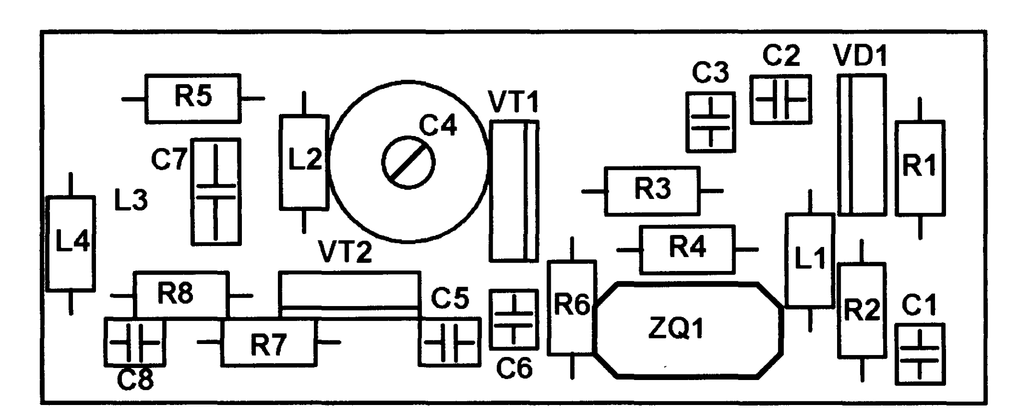


Рис. 15.13

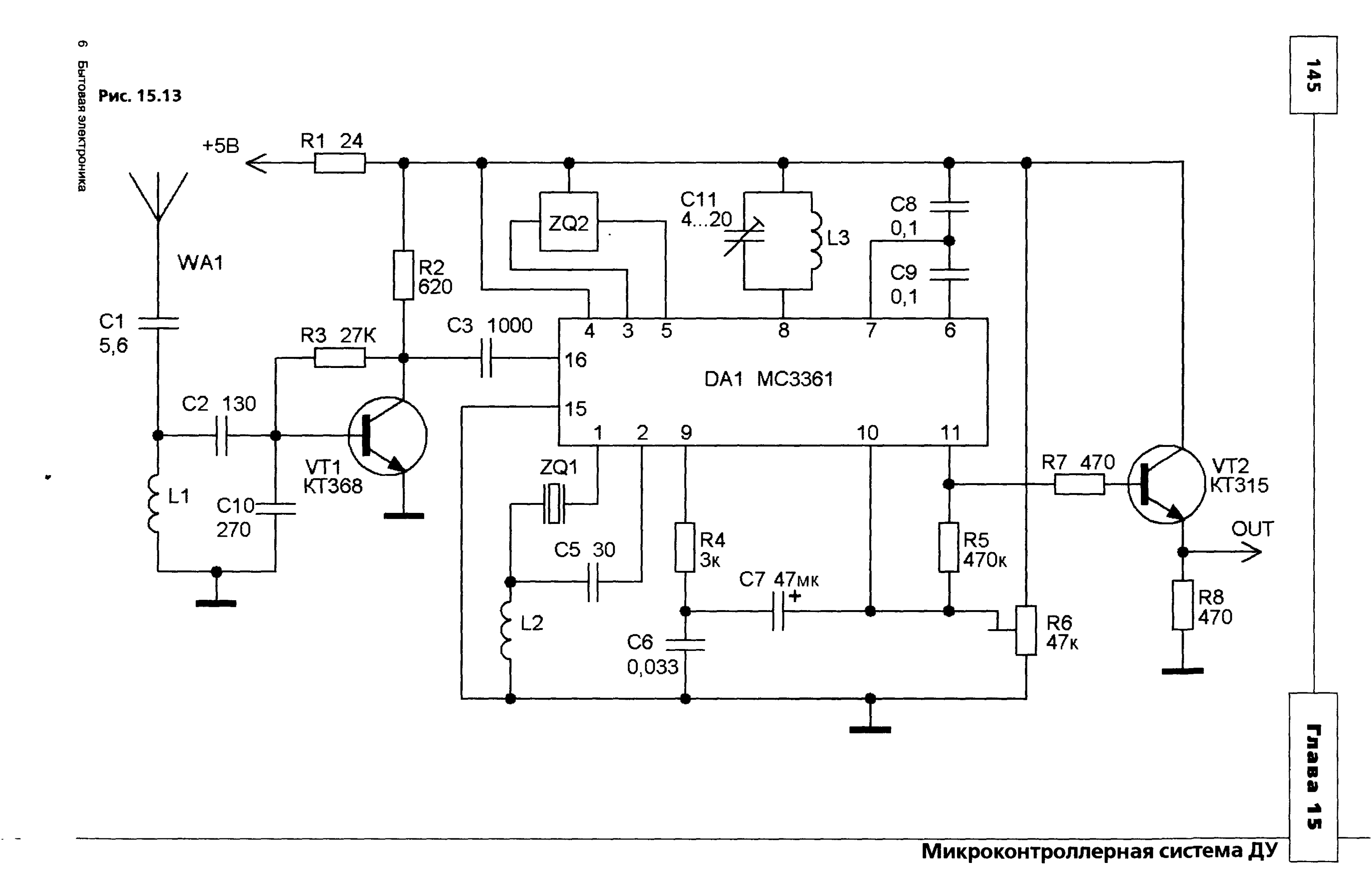

+5В
R1 24
WA1
R2
620
C1
5,6
R3 27K
C3 1000
C2 130
VT1
KT368
L1
C10
270
ZQ2
C11
4...20
L3
C8
0,1
C9
0,1
4 3 5 8 7 6
16
DA1 MC3361
15
1 2 9 10 11
ZQ1
C5 30
L2
R4
3к
C7 47мк
+
C6
0,033
R5
470к
R6
47к
R7 470
VT2
KT315
OUT
R8
470

Рис. 15.14

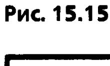


Рис. 15.15

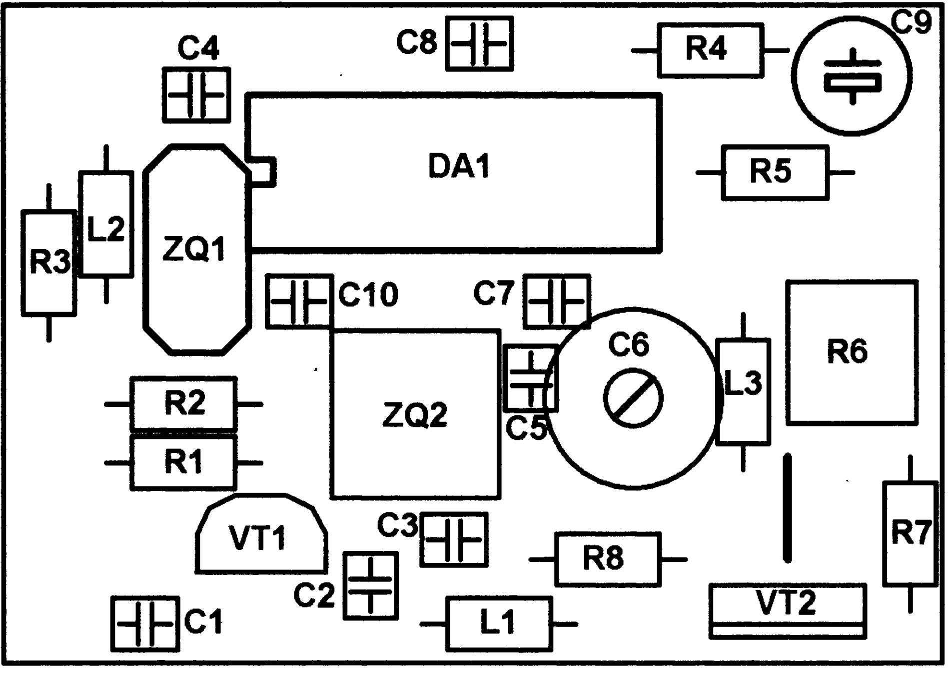


Рис. 15.16

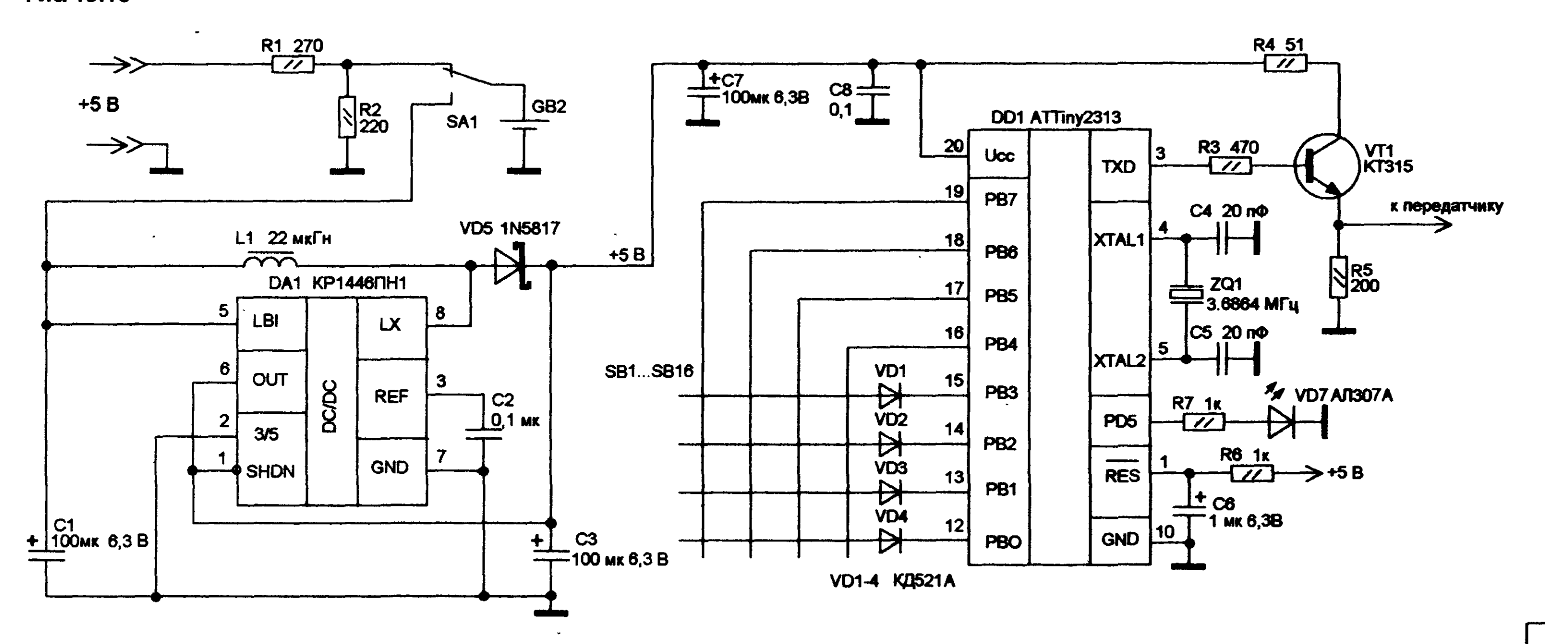
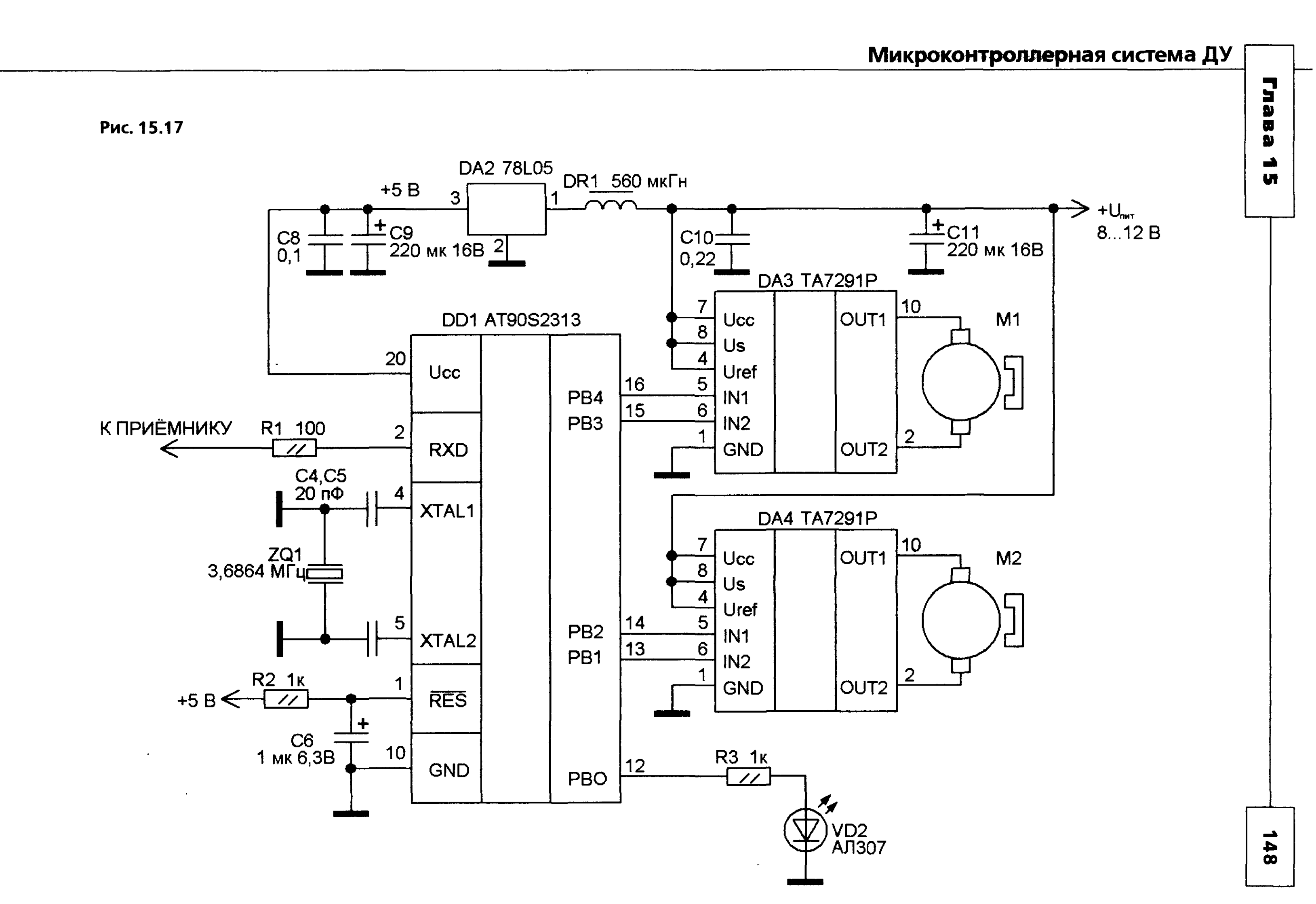

R1 270
+5 В
R2 220
SA1
GB2
C7 100мк 6,3В
C8 0,1
R4 51
DD1 ATTiny2313
Ucc
TXD
R3 470
VT1 KT315
к передатчику
PB7
PB6
PB5
PB4
PB3
PB2
PB1
PBO
XTAL1
XTAL2
C4 20 пФ
ZQ1 3.6864 МГц
C5 20 пФ
R5 200
PD5
R7 1к
VD7 АЛ307А
RES
R6 1к
+5 В
C6 1 мк 6,3В
GND
L1 22 мкГн
VD5 1N5817
+5 В
DA1 КР1446ПН1
LBI
OUT
3/5
SHDN
DC/DC
LX
REF
GND
C2 0,1 мк
C1 100мк 6,3 В
C3 100 мк 6,3 В
SB1...SB16
VD1
VD2
VD3
VD4
VD1-4 КД521А

Рис. 15.17


DA2 78L05
+5 В
3
1
2
DR1 560 мкГн
+U пит
8...12 В
C8
0,1
C9
220 мк 16В
C10
0,22
C11
220 мк 16В
DA3 TA7291P
DD1 AT90S2313
Ucc
Us
Uref
IN1
IN2
GND
OUT1
OUT2
M1
20
PB4
PB3
16
15
К ПРИЁМНИКУ
R1 100
RXD
C4,C5
20 пФ
XTAL1
ZQ1
3,6864 МГц
XTAL2
DA4 TA7291P
M2
PB2
PB1
14
13
R2 1к
+5 В
RES
C6
1 мк 6,3В
GND
10
PBO
12
R3 1к
VD2
АЛ307

Схемы шифратора и дешифратора для варианта с радиоканалом приведены на рис. 15.16 и 15.17 соответственно.

Платы СДУ выполнены из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Резисторы, примененные в конструкции, — типа С2-29 или МЛТ-0.125, конденсаторы — К50-35, дроссели — стандартные типа ЕС-24 или самодельные. Транзистор VT1-КТ972 с любым буквенным индексом, возможная замена — на транзистор КТ829 (А—Г) или составленный из двух типа КТ315. Микросхема КР1446ПН1 без каких-либо изменений в рисунке печатной платы может быть заменена на MAX756 в корпусе DIP-8, а К1056УП1 — на ТВА2800. Микросхема ТВА2800 имеет 14 выводов, а микросхема К1056УП1 —16. Выводы 8 и 9 микросхемы К1056УП1 не используются. Назначение выводов 1—7, 8—14 (ТВА2800) и 1—7, 9—16 (К1056УП1) совпадает.

Управляющие коды приведены в таблице 15.1.

Коды клавиш приведены в таблице 15.2.

Таблица 15.1. Таблица управляющих кодов

Байт кода	Команда
00001000	Вперед (оба двигателя вперед)
00000100	Вправо (правый двигатель вперед, левый — назад)
00000001	Назад (оба двигателя назад)
00010000	Влево (левый двигатель вперед, правый — назад)

Таблица 15.2. Таблица кодов клавиш

Клавиша		Байт кода
Вывод 1	Вывод 2	
PB 0	PB 4	00000001
PB 0	PB 5	00000010
PB 0	PB 6	00000100
PB 0	PB 7	00001000
PB 1	PB 4	00010000
PB 1	PB 5	00100000
PB 1	PB 6	01000000
PB 1	PB 7	10000000
PB 2	PB 4	01000001
PB 2	PB 5	10000001
PB 2	PB 6	10000010
PB 2	PB 7	01000010

Окончание табл. 15.2

Клавиша		Байт кода
Вывод 1	Вывод 2	
PB 3	PB 4	00001111
PB 3	PB 5	11110000
PB 3	PB 6	11000011
PB 3	PB 7	00111100

Таблица 15.3

```
.include «tn2313def.inc»
.ORG  000                        ;начало программы
      rjmp reset
reset:                           ;инициализация
      .def tmp =r20              ;обозначаем r20 переменной tmp
      ldi tmp,0b00001001         ;Инициализация UART
out UCR,tmp                      ;TXEN=1,TXB8=1 UART настроен на передачу 8-битных
                                 ;сигналов
;========================
ldi tmp,11                       ;(1) задаем скорость передачи, записывая в регистр
                                 ;UBRR соответствующее значение.
      out UBRR,tmp               ;19200 бит/с при fclk=3,6864МГц
;========================
      ldi r31,0b0001111          ;Устанавливаем первые 4 вывода прорта b
      out ddrb,r31               ;на выход
      ldi r31,0b11110000         ;Устанавливаем последние 4 вывода прорта b
      out portb,r31              ;на вход (высокий уровень по умолчанию)
ldi r31,0b00100000               ;Устанавливаем 5 вывод порта d на выход ;(светодиод)
      out ddrd,r31               ;
      ldi r18,0b00000000         ;обнуляем регистр r18
      rjmp scan                  ;переходим к основной программе
;========================
trans:                           ;подпрограмма передачи через UART
      cbi portd,5                ;Зажигаем светодиод
      sbis USR, UDRE             ;Если бит UDRE в USR установлен, то пропустить
                                 ;следующую команду
       rjmp trans                ;Вернуться на метку trans
out UDR,r17                      ;Вывести в регистр данных передатчика UART регистр
                                 ;r17
;========================
scan:                            ;основная программа
;========================
      sbi portd,5                ;Гасим светодиод
;======================== (2)
      cpi r17,0b00000001         ;сравниваем
      breq p0;                   ;содержимое регистра r17
      cpi r17,0b00000010         ;с константами
      breq p0;                   ;Если совпало, то переходим
      cpi r17,0b00000100         ;к соответствующему
      breq p0;                   ;состоянию выводов
      cpi r17,0b00001000         ;(p0 - низкий уровень на 0 выводе порта B)
      breq p0;                   ;(p1 - низкий уровень на 1 выводе порта B)
      cpi r17,0b00010000
```

```
        breq p1;
        cpi r17,0b00100000
        breq p1;
        cpi r17,0b01000000
        breq p1;
        cpi r17,0b10000000
        breq p1;
                                        ;(p2 - низкий уровень на 2 выводе порта B)
        cpi r17,0b01000001
        breq p2;
        cpi r17,0b10000001
        breq p2;
        cpi r17,0b10000010
        breq p2;
        cpi r17,0b01000010
        breq p2;
                                        ;(p3 - низкий уровень на 3 выводе порта B)
        cpi r17,0b11110000
        breq p3;
        cpi r17,0b00001111
        breq p3;
        cpi r17,0b11000011
        breq p3;
        cpi r17,0b00111100
        breq p3;
;=========================
        sbi portb,0                     ;если содержимое r17 не совпало
        sbi portb,1                     ;и переход не произошел,
        sbi portb,2                     ;то устанавливаем высокий
        sbi portb,3                     ;уровень на 0,1,2,4 выводах порта B
;=========================  (3) опрос клавиатуры
        cbi portb,0                     ;устанавливаем низкий уровень на 0 выводе порта B
        nop                             ;пустая операция
p0:     sbis pinb,4                     ;опрашиваем
        rjmp v1                         ;4,5,6,7 выводы
        sbis pinb,5                     ;порта B.
        rjmp v2                         ;Если найден низкий уровень,
        sbis pinb,6                     ;то переходим к соответствующей подпрограмме
        rjmp v3                         ;
        sbis pinb,7                     ;
        rjmp v4                         ;
        sbi portb,0                     ;возвращаем высокий уровень на 0 выводе порта Б
;========================= -//-
        cbi portb,1
        nop
p1:     sbis pinb,4
        rjmp v5
        sbis pinb,5
        rjmp v6
        sbis pinb,6
        rjmp v7
        sbis pinb,7
        rjmp v8
        sbi portb,1
;========================= -//-
        cbi portb,2
        nop
```

```
p2:     sbis pinb,4
        rjmp v9
        sbis pinb,5
        rjmp v10
        sbis pinb,6
        rjmp v11
        sbis pinb,7
        rjmp v12
        sbi portb,2
;========================= -//-
        cbi portb,3
        nop
p3:     sbis pinb,4
        rjmp v13
        sbis pinb,5
        rjmp v14
        sbis pinb,6
        rjmp v15
        sbis pinb,7
        rjmp v16
        sbi portb,3
;=========================
        ldi r17,0b00000000          ;обнуляем r17
;=========================
        rjmp trans                  ;переходим к подпрограмме передачи через UART
;=========================          ;(4) подпрограммы, записывающие в r17 коды в
                                    ;зависимости от нажатой клавиши
v1:
        ldi r17,0b00000001          ;назад
        rjmp trans
v2:
        ldi r17,0b00000010
        rjmp trans
v3:
        ldi r17,0b00000100          ;вправо
        rjmp trans
v4:
        ldi r17,0b00001000          ;вперед
        rjmp trans
v5:
        ldi r17,0b00010000          ;влево
        rjmp trans
v6:
        ldi r17,0b00100100
        rjmp trans
v7:
        ldi r17,0b01000000
        rjmp trans
v8:
        ldi r17,0b10000000
        rjmp trans
v9:
        ldi r17,0b01000001
        rjmp trans
v10:
        ldi r17,0b10000001
        rjmp trans
```

```
v11:
        ldi r17,0b10000010
        rjmp trans
v12:
        ldi r17,0b01000010
        rjmp trans
v13:
        ldi r17,0b11110000
        rjmp trans
v14:
        ldi r17,0b00001111
        rjmp trans
v15:
        ldi r17,0b11000011
        rjmp trans
v16:
        ldi r17,0b00111100
        rjmp trans
.EXIT                                           ;конец
```

Таблица 15.4

```
:020000020000FC
:1000000000C049E04AB94BE049B9FFE0F7BBF0EF67
:10001000F8BBF0E2F1BB20E004C095985D9BFDCFFA
:100020001CB9959A113021F1123011F1143001F1FF
:100030001830F1F0103139F1103229F1103419F182
:10004000103809F1113451F1113841F1123831F100
:10005000123421F1103F69F11F3059F1133C49F17D
:100060001C3339F1C09AC19AC29AC39AC098000051
:10007000B49B2AC0B59B2AC0B69B2AC0B79B2AC096
:10008000C09AC1980000B49B27C0B59B27C0B69BFF
:1000900027C0B79B27C0C19AC2980000B49B24C058
:1000A000B59B24C0B69B24C0B79B24C0C29AC398FA
:1000B0000000B49B21C0B59B21C0B69B21C0B79B5B
:1000C00021C0C39A10E0A9CF11E0A7CF12E0A5CFBD
:1000D00014E0A3CF18E0A1CF10E19FCF14E29DCF91
:1000E00010E49BCF10E899CF11E497CF11E895CF9A
:1000F00012E893CF12E491CF10EF8FCF1FE08DCF96
:0801000013EC8BCF1CE389CF47
:00000001FF
```

Таблица 15.5

```
.include "tn2313def.inc"

.ORG 000
        rjmp reset
reset:                                          ;инициализация
        .def tmp =r20                           ;обозначаем регистр r20 переменной tmp
        ldi tmp,0b00010001                      ;Инициализация UART
        out UCR,tmp                             ;RXEN=1,TXB8=1
ldi tmp,11                                      ;(1) задаем скорость передачи, записывая в регистр
                                                ;UBRR соответствующее значение.
        out UBRR,tmp                            ;19200 бит/с при fclk=3,6864МГц
                                                ;
        ldi r31,0b11111111                      ;устанавливаем порт b
```

```
        out ddrb,r31                    ;на выход
        rjmp scan
scan:                                   ;основная подпрограмма
        sbis USR, RXC                   ;Если бит UDRE в USR установлен, то
                                        ;пропустить следующую команду
        rjmp scan                       ;Вернуться на метку scan
        in r31, UDR                     ;Считать регистр данных приемника в r15
        sbi portb,0                     ;зажигаем светодиод
                                        ;
        cbi portb,1                     ;установка
        cbi portb,2                     ;нулей во всех
        cbi portb,3                     ;битах
        cbi portb,4                     ;порта b
;=======================                (2)
        cpi r31, 0b00001000             ;сравниваем
        breq forward                    ;регистр r15
        cpi r31, 0b00000100             ;с константами - кодами
        breq right                      ;и переходим к соответствующей
        cpi r31, 0b00000001             ;опознанному коду
        breq back                       ;подпрограмме
        cpi r31, 0b00010000             ;
        breq left
rjmp scan                               ;если код не совпал ни с одной из констант,
                                        ;возвращаемся в начало
forward:                                ;вперед
        sbi portb,1                     ;2-й двигатель вперед
        sbi portb,4                     ;1-й двигатель вперед
        rjmp scan
left:                                   ;налево
        sbi portb,1                     ;1-й двигатель вперед
        sbi portb,3                     ;2-й двигатель назад
        rjmp scan
right:                                  ;направо
        sbi portb,4                     ;1-й двигатель назад
        sbi portb,4                     ;2-й двигатель вперед
        rjmp scan
back:                                   ;назад
        sbi portb,3                     ;1-й двигатель назад
        sbi portb,2                     ;2-й двигатель назад
        rjmp scan
.EXIT                                   ;конец
```

Таблица 15.6

```
:020000020000FC
:1000000000C041E14AB94BE049B9FFEFF7BB00C07E
:100010005F9BFECFFCB1C09AC198C298C398C498A8
:10002000F83039F0F43059F0F13061F0F03121F06E
:10003000EFCFC19AC49AECCFC19AC39AE9CFC49AC0
:0A004000C49AE6CFC39AC29AE3CF38
:00000001FF
```

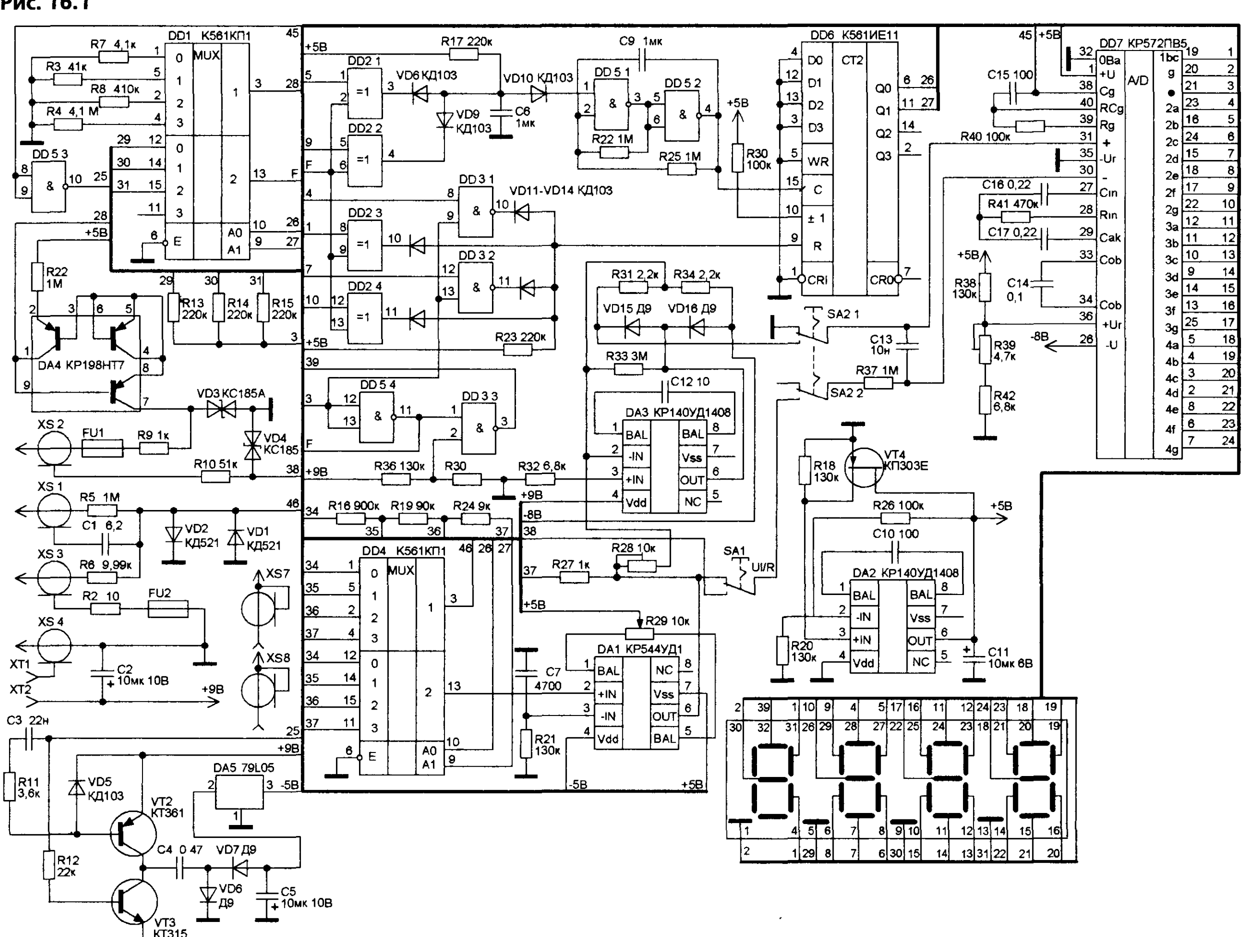
Глава 16

Мультиметр с автоматическим выбором пределов измерения

Мультиметр — обязательный прибор в лаборатории любого домашнего мастера. В настоящее время промышленность выпускает множество различных типов мультиметров для самых разных применений. Особенно удобны приборы, не требующие в процессе работы дополнительных манипуляций с переключением пределов измерений. Подобные приборы достаточно дороги и доступны не всем радиолюбителям. Однако собрать подобный прибор вполне по силам даже радиолюбителю средней квалификации.

Принципиальная схема мультиметра изображена на рис. 16.1. Измерительная часть прибора выполнена на микросхеме большой степени интеграции (БИС) DD7, работающей по принципу двойного интегрирования. Ее выходы предназначены для управления четырьмя цифрами жидкокристаллического индикатора (ЖКИ). Измерительная часть БИС работает по принципу двойного интегрирования, суть которого состоит в том, что в начале измерения интегрирующий конденсатор заряжается в течение определенного времени током, пропорциональным измеряемому напряжению, а затем разряжается определенным током до нуля. Время, в течение которого происходит разряд конденсатора, пропорционально измеряемому напряжению. На счетчике БИС образуется соответствующий код, управляющий через дешифраторы сегментами ЖКИ. Цикл измерения состоит из трех фаз: интегрирование сигнала, разрядка интегрального конденсатора и автоматическая коррекция нуля (АК). В состав микросхемы АЦП входит тактовый генератор. Частота следования его импульсов определяется элементами C15 и R40 и составляет 50 кГц. Предельное значение напряжения, поступающего на вход БИС (выводы 30 и 31), зависит от величины образцового напряжения на выводе 36 и определяется соотношением UBX.МАКС = ±1,999 × UОБР. Образцовое напряжение в мультиметре равно 1 В, следовательно, напряжение на входе АЦП не должно превышать 1,999 В. Кроме аналого-цифрового преобразователя мультиметр содержит и другие узлы: электронный аттенюатор (DA1, DD4), точный выпрямитель (DA3), устройство выбора предела (DD1—DD3, DD5, DD6), генератор стабильного тока (VT1) и питающее устройство (DA2, VT2, VT3). Электронный аттенюатор выполнен на операционном усилителе DA1 и мультиплексоре DD4. В соответствии с выбранным пределом измерения мультиплексор включает в обратную связь ин-

Рис. 16.1



вертирующего ОУ соответствующее сопротивление, образованное точными резисторами R16, R19, R24, R27. Их сочетания определяют входное сопротивление усилителя. Вместе с резистором R5 оно образует входной делитель. Коэффициент передачи по напряжению от входного гнезда XS1 до выхода ОУ DA1 принимает значения 1, 0,1; 0,01; 0,001 в зависимости от управляющего кода на мультиплексоре DD4. При измерении тока на пределах 2, 20, 200 мА коэффициент передачи электронного аттенюатора имеет значения 100, 10, 1, поскольку сигнал на вход ОУ поступает через резистор R6. При измерении постоянного напряжения или тока сигнал на вход АЦП DD7 поступает с выхода микросхемы DA1, а при измерении переменного — с выхода ИМС DAЭ, которая преобразует переменное напряжение в постоянное. В точном выпрямителе, собранном на микросхеме DA3, входное напряжение подается на инвертирующий вход через подстроечный резистор R28. Положительная полуволна усиленного напряжения выделяется на резисторе R31, отрицательная — на R34. Между нижними по схеме выводами резисторов R31 и R34 формируется двухполупериодное выпрямленное напряжение, которое через фильтр R37C15 подается на вход АЦП. Через R28 напряжение обратной связи поступает на вход усилителя, чем достигается высокая точность и линейность преобразования. Стабильность рабочей точки усилителя при отсутствии сигнала обеспечивается за счет обратной связи через резистор R33. Большое сопротивление у него выбрано для того, чтобы не шунтировать измерительную цепь выпрямителя. Теперь рассмотрим работу устройства автоматического выбора предела измерения, содержащего шесть логических элементов «исключающее ИЛИ», ждущий мультивибратор и реверсивный счетчик. При включении питания на выходах Q1 и Q2 счетчика DD6 возникает код 00, соответствующий самому чувствительному пределу 0—2 В. На индикаторе высвечиваются три нуля, а запятая светится в крайнем левом положении (.000). Если входные щупы мультиметра подключить к источнику с напряженней более 2 В, тогда после цикла измерения АЦП — примерно через 0,5 с — на индикаторе исчезнут показания трех цифр и останется только единица старшего разряда (1.). Поскольку на ЖКИ подается импульсное напряжение, то исчезновение цифр означает, что на их сегментах присутствует напряжение, синфазное с напряжением на общем проводе HG1 (вывод 1). Достаточным признаком работы индикатора в таком режиме служит одновременное погасание сегментов «b» и «f» во втором разряде (выводы 5 и 9). Регистрация этого состояния производится логическими элементами DD2.1 и DD2.2, на входы которых (выводы 1 и 5) поступают сигналы с сегментов «b» и «f», а на другие входы — с микросхемы DD5, инвертирующей сигналы с управляющего вывода БИС. Если сигналы на входах элемента «исключающее ИЛИ» синфазные, то на выходе присутствует логический 0, когда они в противофа-

зе — логическая 1. В случае превышения входным напряжением выбранного предела измерения на выходах элементов DD2.1 и DD2.2 появляется напряжение высокого логического уровня и на выходе устройства «И», выполненного на диодах VD8, VD9 и резисторе R17, также возникнет высокий уровень. Он запускает генератор на элементах DD5.1, DD5.2, импульсы которого частотой 1 Гц воздействуют на вход счетчика DD6. На его выходах Q1 и Q2 появляется код 01 и поступает на управляющие входы мультиплексоров DD1 и DD4. Коэффициент передачи аттенюатора становится равным 0,1, а запятая на ЖКИ перемещается на один шаг вправо. Импульсы с генератора поступают на вход счетчика до тех пор, пока на индикаторе не появится какое-либо число. После этого на выходе элемента «И» (VD8, VD9) установится логический «0» и генератор (DD5.1, DD5.2) прекратит работу. Переход на более низкий предел измерения происходит, когда в первом разряде индикатора появляется 0: сегменты «в» и «с» не светятся. Во втором разряде также индицируется 0, то есть светятся сегменты «а» и «d» и не горит сегмент «q». Переход по этим признакам на более низкий предел происходит при достижении измеряемой величиной уровня, не превышающего половинного значения следующего предела. Иначе говоря, если измеряемая величина меньше 1,00, 10,0, 100, происходит переход на более чувствительный предел. Переход осуществляется с помощью логических элементов DD2.3, DD2.4, DD3.1, DD3.2 и схемы совпадения на диодах VD11-VD14 и резисторе R23. Когда возникают условия для перехода на другой предел измерения, на выходе схемы совпадения возникает положительный импульс, обнуляющий счетчик DD6, и выбор предела начинается с уровня 0—2 В. При работе мультиметра в режиме омметра измеряемое сопротивление подключается к клеммам XS2.XS4, и через него протекает ток, создаваемый генератором стабильного тока, собранного на транзисторной сборке VT1. В зависимости от выбранного предела устройство вырабатывает стабильный ток силой 1000, 100, 10 или 1 мкА. Напряжение с измеряемого сопротивления через переключатели SA1 и SA2 подается непосредственно на вход БИС DD7. Чтобы исключить повреждение прибора при случайном попадании на вход омметра высокого напряжения, в измерительную цепь введены элементы защиты R9, R10, VD3, VD4, которые, не оказывая влияния на точность измерения, позволяют выдерживать на входах XS2, XS4 напряжение до 100 В.

У генератора стабильного тока выходной ток коллектора VT1.3 задается с помощью мультиплексора DD1, подключающего между коллектором VT1.1 и общим проводом один из резисторов R3, R4, R7, R8 в зависимости от кода на управляющих входах. Вторая половина мультиплексора DD1 используется для индикации положения запятой.

Метод измерения токов мультиметром — обычный. Измеряемый ток протекает через гнезда X3 и X4, между которыми включен преци-

зионный резистор R2. Падение напряжения на нем регистрируется измерительной частью прибора. Так как номинал R2 всего 10 Ом, то на пределе 0–2 мкА падение на нем приходится усиливать в 100 раз. Предохранитель FU2 защищает резистор R2 от перегорания при ошибочных включениях.

В режиме измерения токов электронный аттенюатор превращается в усилитель с коэффициентом усиления 100, 10 или 1. Из-за большого усиления на самом чувствительном пределе полоса частот измерения переменного тока составляет всего лишь 1 кГц. Для питания в мультиметре имеется стабилизатор напряжения (операционный усилитель DA2) и преобразователь полярности (DD3.3, DD3.4). В качестве источника опорного напряжения использован полевой транзистор с p–n-переходом (VT4). Напряжение смещения на нем формируется на резисторе R18. ОУ DA2 включен по схеме неинвертирующего усилителя, коэффициент усиления которого задается резисторами R20 и R26. Сток полевого транзистора подключен к выходу стабилизатора, поэтому образцовое напряжение поддерживается с высокой точностью, причем коэффициент стабилизации достигает 1000. Нестабильность выходного напряжения определяется в основном качеством резисторов R18, R20, R26 и температурной зависимостью образцового напряжения. Отрицательное напряжение питания, необходимое для ОУ и АЦП, вырабатывается в диодно-емкостном преобразователе с помощью транзисторов VT2 и VT3. На входы этих элементов поступают через буфер DD5.3 импульсы частотой 50 кГц от внутреннего генератора БИС DD7, а сигнал с коллекторов VT2, VT3 благодаря диодно-емкостному преобразователю устанавливает на конденсаторе C4 отрицательное напряжение амплитудой на 1 В меньше, чем напряжение питающей батареи.

В мультиметре применены в основном резисторы марки МЛТ с допуском ±5%. Номиналы резисторов, влияющие на точность измерения (R5–R7, R16, R19, R22, R24), необходимо подобрать на цифровом омметре с погрешностью не хуже 0,1% или, в крайнем случае, ±0,12%. Резисторы R31, R34 могут иметь сопротивление в пределах 2–3 кОм, но обязательно одно и то же (отклонение друг от друга до ±1%). Подстроечные резисторы: R29 и R28 – СП3-18, а R39 – СП5-3. Конденсаторы C16, C17, C14 – типа К73-17. Допуск на C19 должен быть не более ±5%, на остальные – до ±20%. Полярные конденсаторы – марки К53-4, остальные – КМ-5 или КМ-6.

Переключатели SA1, SA2 на два положения марки ПД-2-2П4Н. Входные гнезда разъема X1-X4 – коаксиальные типа СП-75-51 ЭФ, на измерительных проводах – штекеры СР-75-109Ф, обе жилы которых соединены. Гнезда X5, X6 – от использованной батареи. «Корунд» или «Крона», жидкокристаллический индикатор ИЖЦ5-4/8 имеет выводы для впаивания в печатную плату.

Элементы мультиметра смонтированы на одной стороне печатной платы размером 151×70 мм, изготовленной из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1—1,5 мм. Отдельные резисторы установлены на ней вертикально. Для уменьшения габаритов прибора ЖКИ размещен над БИС и некоторыми элементами АЦП. На плате закреплен также держатель предохранителя FU1. Плата мультиметра установлена в пластмассовом корпусе, в передней крышке которого прорезаны окна под ЖКИ, два прямоугольных отверстия для переключателей и четырех круглых для вводных гнезд. Причем они должны плотно входить в корпус прибора. Это дает возможность устранить механические нагрузки на впаянные в печатную плату гнезда. Задняя крышка корпуса закрывается как в пенале, двигаясь по направляющим.

Настройку мультиметра начинают с проверки работы стабилизатора напряжения. При необходимости устанавливают выходное напряжение в пределах 5±0,2 В подбором величины резистора R10. Затем, подключив осциллограф к выводу 37 микросхемы DD7, проверяют работу внутреннего генератора БИС, подстраивают его частоту до значения 50±1 кГц и измеряют напряжение на конденсаторе C4. С помощью осциллографа следует убедиться в отсутствии самовозбуждения на выходах ОУ DA1-DA3. Затем на выводе 36 ИМС DD7 потенциометром R39 устанавливают напряжение 1 В. Работу устройства выбора предела и электронного аттенюатора проверяют в режиме измерения, постоянного напряжения. Если на входе X1 оно отсутствует, должна быть выбрана шкала 0—2 В. При плавном возрастании напряжения на входе после достижения значения 1,999 В происходит переход на следующий предел 20 В. Если после этого входное напряжение постепенно уменьшать, то при показании индикатора ниже 1,00 В произойдет возврат на первый предел. По данной методике проверяется работа автоматики и на других пределах измерений.

Окончательно мультиметр настраивают следующим образом. Прежде всего необходимо выставить 0 на выходе микросхемы DA1 с помощью потенциометра R29. Лучше всего это сделать в режиме амперметра, на первом пределе. В данном случае разбаланс на выходе DA1 наиболее значителен, поэтому в других режимах нулевое значение на выходе будет обеспечено. После всех перечисленных операций переходят к калибровке прибора. В режиме вольтметра на вход X1 дают напряжение 1 В, контролируя его по образцовому вольтметру с точностью не хуже ±0,5%. Потенциометром R39 выставляют на ЖКИ число 1000±5 мВ. Затем проверяют показания мультиметра возле нижней и верхней границ выбранного предела. Далее, изменяя входное напряжение, проверяют точность измерения на всех пределах. При калибровке прибора в режиме измерения переменного напряжения подают на вход напряжение 1 В частотой 1 кГц. Потенциометром R28

Рис. 16.2

Рис. 16.3

Рис. 16.4

устанавливают такое же показание на индикаторе. Изменяя входное напряжение и его частоту, проверяют линейность преобразования и частотные свойства вольтметра. В режиме омметра между клеммами X2 и X4 включают эталонный резистор с сопротивлением, соответствующим среднему значению одного из пределов измерения, то есть 1 K, 10 K, 100 K и 1 МОм. Затем, подбирая резисторы R1–R4, добиваются соответствующего показания мультиметра. Калибровку омметра лучше всего начинать с верхнего предела измерения. В измерительную цепь омметра включены защитные стабилитроны VD3 и VD4, влияющие на линейность преобразования «ток–напряжение», особенно вблизи максимального значения выбранного предела измерения. Поэтому проверка омметра в трех точках одного предела обязательна. В режиме измерения токов мультиметр калибровки не требует.

Рисунки обеих сторон печатной платы изображены на рис.16.2 и 16.3, схема расположения элементов – на рис. 16.4.

Глава 17

Программаторы

В практике современного радиолюбителя постоянно возникает необходимость в программировании микроконтроллеров. Это происходит как при ремонте промышленной бытовой техники, так и при разработке собственных конструкций. В этой главе описаны простые программаторы для наиболее распространенных и часто встречающихся типов контроллеров фирм ATMEL (семейств Classik и AVR) и Microchip (12 и 16 серий).

17.1. Программатор AVR

Принципиальная схема программатора приведена на рис 17.1. Программатор подключается к параллельному порту (LPT). Перемычки между контактами вилки 3 и 11, 2 и 12 позволяют управляющей программе «опознать программатор». Светодиод HL1 предназначен для индикации режима работы программатора. Светодиод горит, когда программатор находится в активном режиме (запись и чтение данных, верификация данных). Программатор спроектирован таким образом, что адаптеры для новых контроллеров можно добавлять, не внося изменений в основную плату программатора. Кроме того, изготовив специальный адаптер, можно с помощью этого программатора осуществлять внутрисхемное программирование контроллеров прямо на плате изделия.

Основные параметры контроллеров, поддерживаемые данным программатором, собраны в таблицу 17.1.

Для питания программатора можно применить любой стабилизированный источник +5 В с выходным током не менее 500 мА. Можно применить в качестве источника питания обычный USB-кабель, используя для этого любой свободный слот USB.

Рисунок печатной платы программатора приведен на рис. 17.2, рисунок печатных плат адаптеров — на рис. 17.3. Схема расположения элементов на плате программатора показана на рис. 17.4.

В качестве управляющей программы используется свободно распространяемая программа PonyProg. Одна из последних версий этой программы с русификатором находится на прилагаемом к книге компакт-диске.

Рис. 17.1

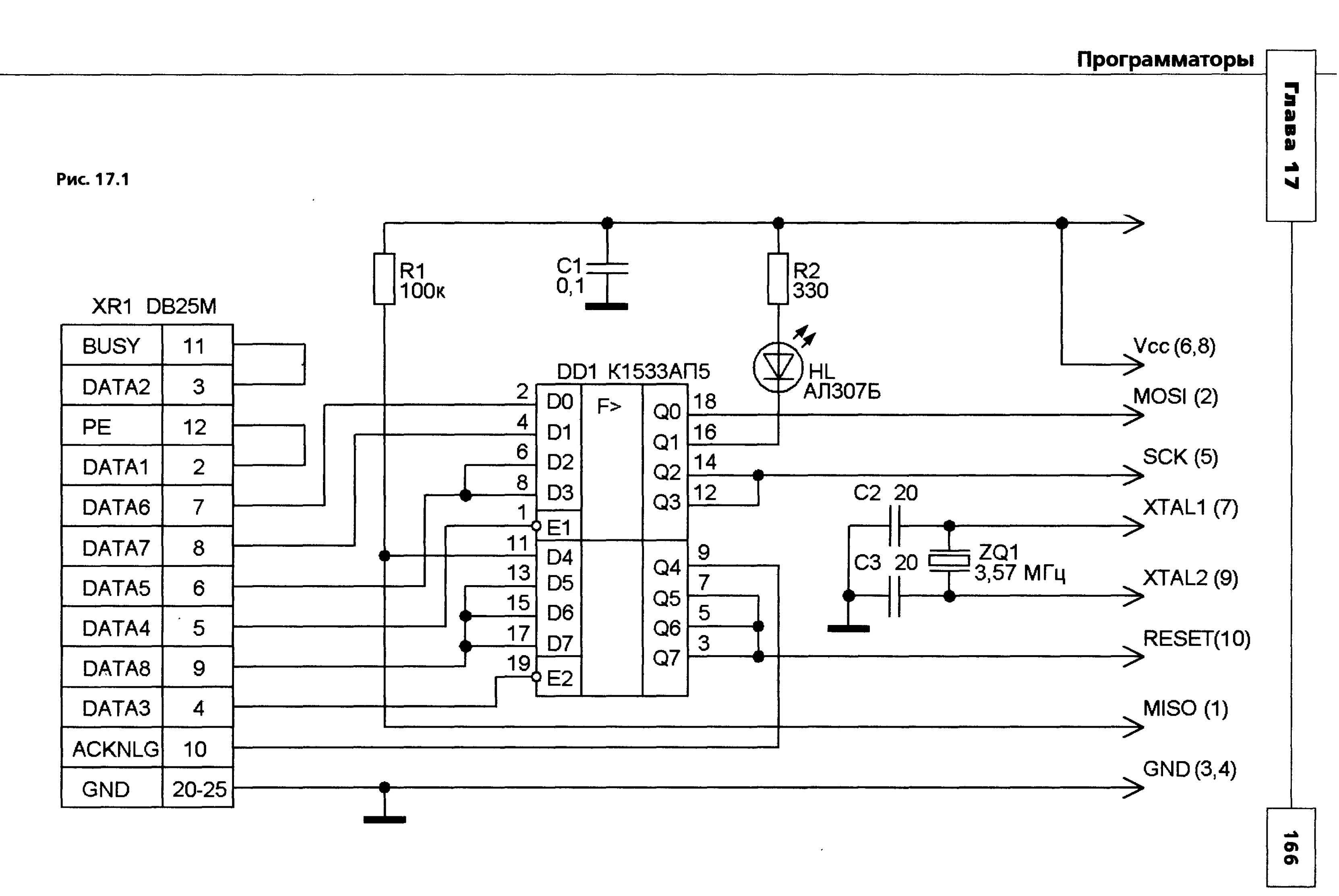

XR1 DB25M
BUSY 11
DATA2 3
PE 12
DATA1 2
DATA6 7
DATA7 8
DATA5 6
DATA4 5
DATA8 9
DATA3 4
ACKNLG 10
GND 20-25
R1 100к
C1 0,1
R2 330
HL АЛ307Б
DD1 К1533АП5
D0 D1 D2 D3 E1 D4 D5 D6 D7 E2
F>
Q0 Q1 Q2 Q3 Q4 Q5 Q6 Q7
C2 20
C3 20
ZQ1 3,57 МГц
Vcc (6,8)
MOSI (2)
SCK (5)
XTAL1 (7)
XTAL2 (9)
RESET(10)
MISO (1)
GND (3,4)

Рис. 17.2

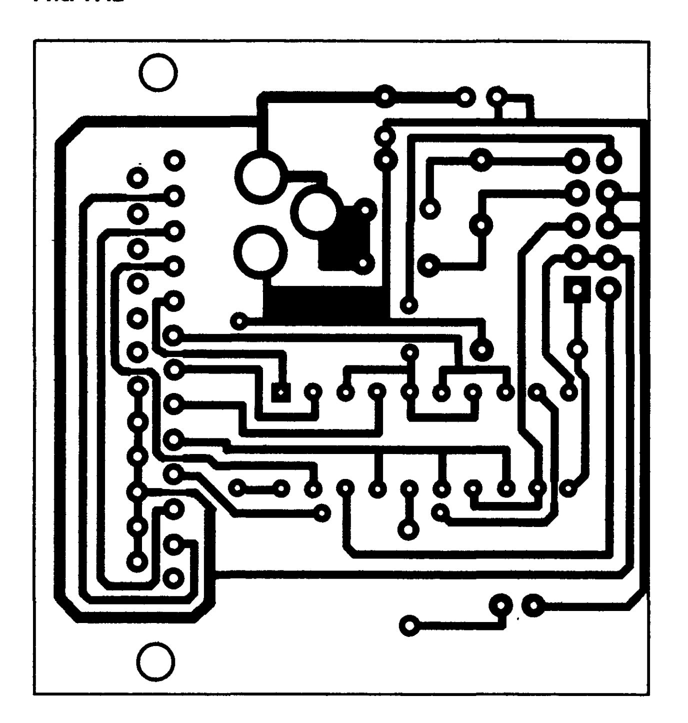


Рис. 17.3

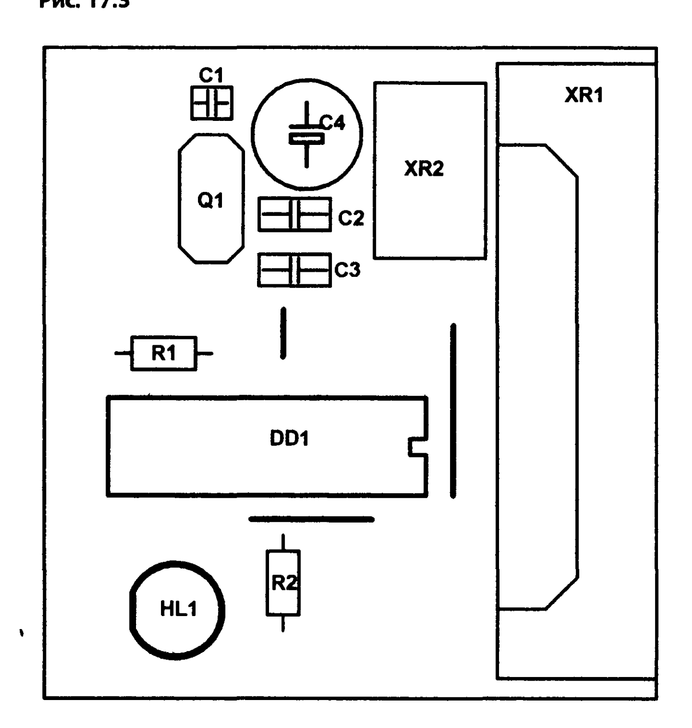


Рис. 17.4

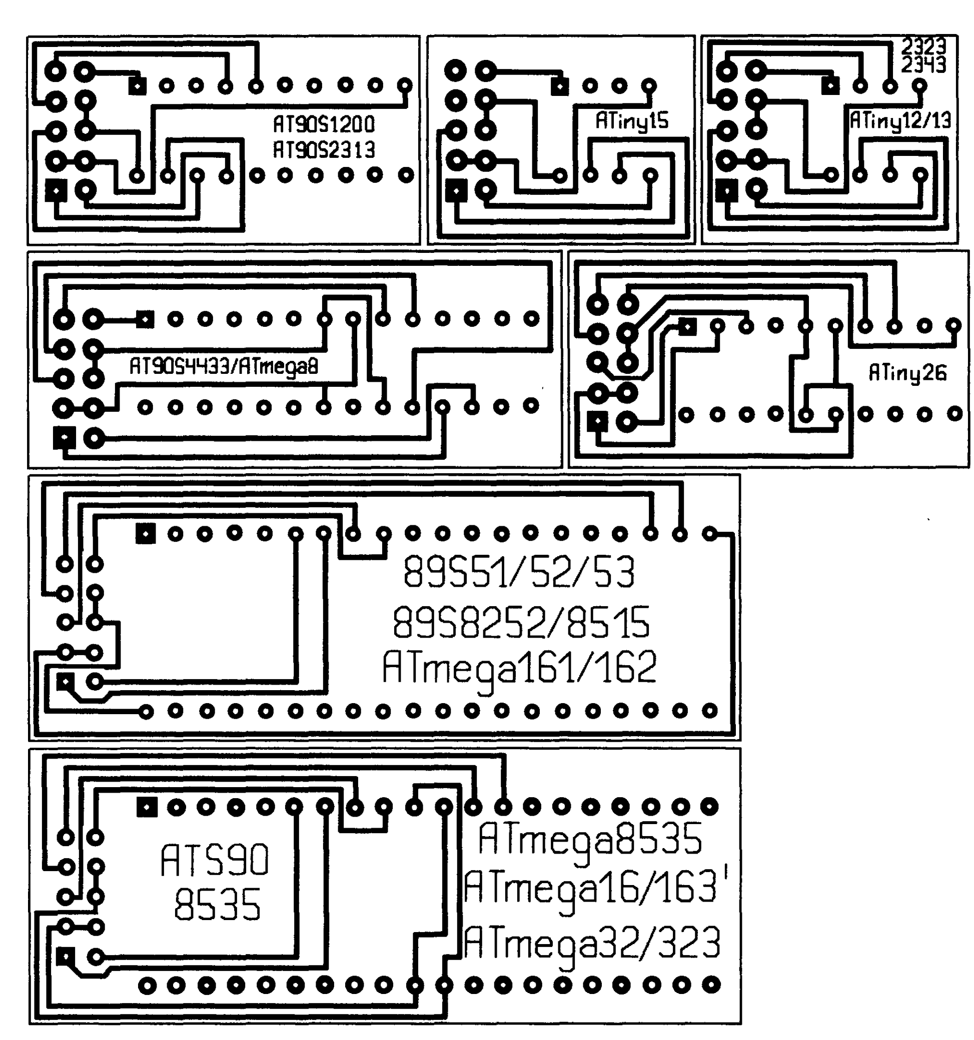


Таблица 17.1

МИКРО-КОНТРОЛЛЕР	КОРПУС	RESET	MOSI	MISO	SCK	XTAL1	XTAL2	Vcc	GND
AT90S2323 AT90S2343 ATTiny12 ATTiny12	PDIP-8	1	5	6	7	2	3	8	4
ATTiny15	PDIP-8	1	5	6	7	–	–	8	4
AT90S1200 AT90S2313 ATTiny2313	PDIP-20	1	17	18	19	5	4	20	10

Окончание табл. 17.1

МИКРО-КОНТРОЛЛЕР	КОРПУС	RESET	MOSI	MISO	SCK	XTAL1	XTAL2	Vcc	GND
ATTiny26	PDIP-20	10	1	2	3	7	8	5,15	6,16
AT90S4433 ATMega8	PDIP-28	1	17	18	19	9	10	7,20	8,22
AT89S51 AT89S52 AT89S53 AT89S8252 AT90S8515 ATMega161 ATMega162	PDIP-40	9	6	7	8	19	18	40	20
AT90S8535 ATMega8535 ATMega16 ATMega163 ATMega32 ATMega323	PDIP-40	9	6	7	8	13	12	10,30	11,31
ATMega64 ATMega103 ATMega128 ATMega169	TQFP-64	20	12	13	11	24	23	21,52,64	22,53,63

17.2. Программатор PIC

Принципиальная схема программатора приведена на рис. 17.5. Программатор подключается к параллельному порту (LPT). Соединение выводов 11 (BUSY) и 12 (PE) позволяет управляющей программе «опознать» программатор. Программатор спроектирован таким образом, что новые адаптеры можно добавлять, не внося изменений в основную плату программатора.

Для питания программатора можно применить любой стабилизированный источник +5 В с выходным током не менее 500 мА. Можно применить в качестве источника питания обычный USB-кабель, используя для этого любой свободный слот USB.

Поскольку при программировании контроллеров PIC необходимо внешнее напряжение +12 В при потребляемом токе не менее 100 мА, то для получения необходимого напряжения на плате программатора собран преобразователь напряжения, позволяющий получить 12 В из 5 В. В качестве преобразователя применена специализированная микросхема MC34063 (отечественный аналог – КР1156ЕУ5).

Основные параметры контроллеров, поддерживаемые данным программатором, собраны в таблицу 17.2.

Рис. 17.5

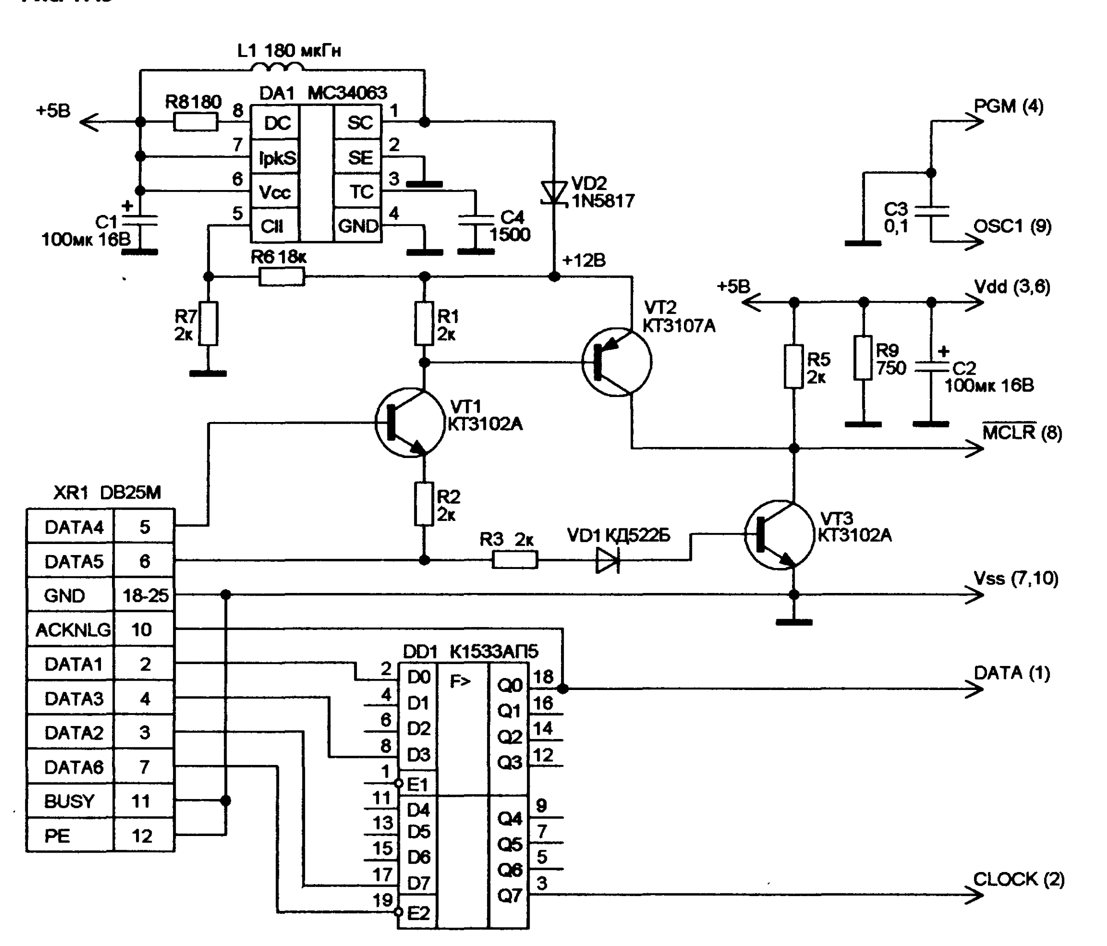

L1 180 мкГн
DA1 MC34063
+5В
R8180
8
DC
7
IpkS
6
Vcc
5
CII
SC
1
SE
2
TC
3
GND
4
C1
100мк 16В
VD2
1N5817
C4
1500
R6 18к
+12В
R7
2к
R1
2к
VT2
КТ3107А
VT1
КТ3102А
R2
2к
PGM (4)
C3
0,1
OSC1 (9)
+5В
Vdd (3,6)
R5
2к
R9
750
C2
100мк 16В
MCLR (8)
XR1 DB25M
DATA4
5
DATA5
6
GND
18-25
ACKNLG
10
DATA1
2
DATA3
4
DATA2
3
DATA6
7
BUSY
11
PE
12
R3 2к
VD1 КД522Б
VT3
КТ3102А
Vss (7,10)
DD1 К1533АП5
D0
D1
D2
D3
E1
D4
D5
D6
D7
E2
F>
Q0
Q1
Q2
Q3
Q4
Q5
Q6
Q7
DATA (1)
CLOCK (2)

Рис. 17.6

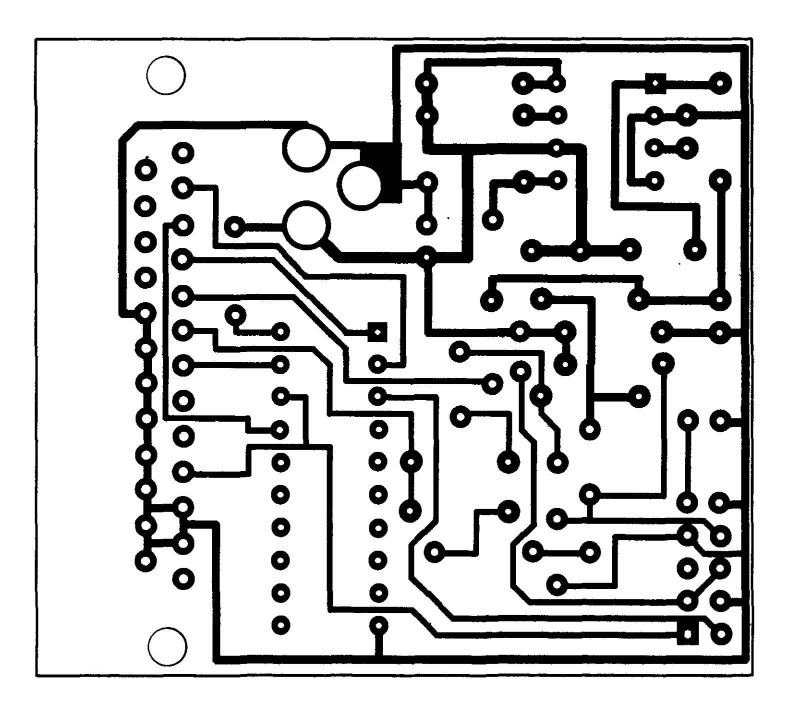


Рис. 17.7

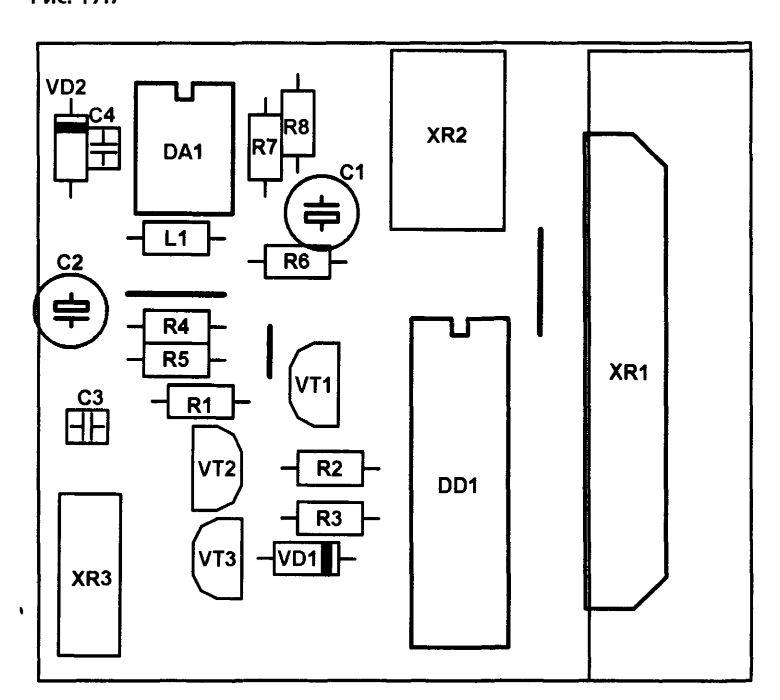


Рис. 17.8

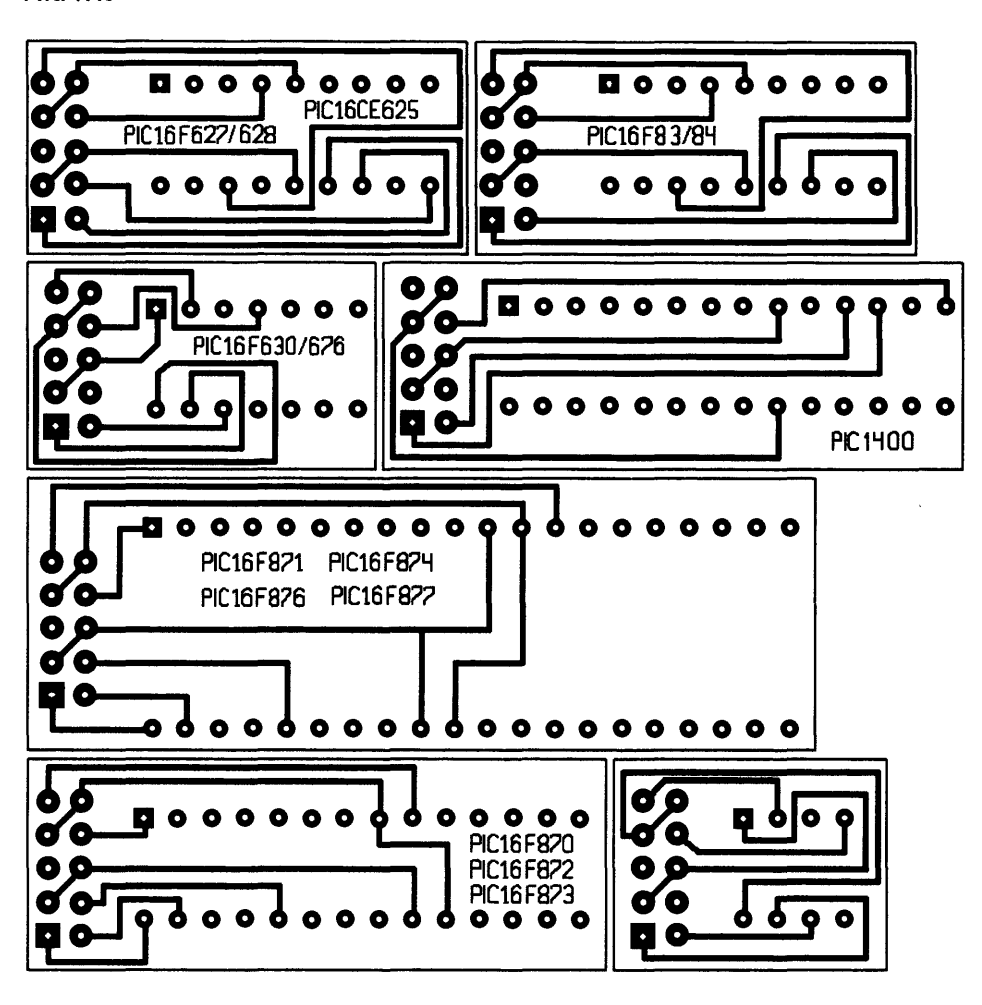


Таблица 17.2

МИКРО-КОНТРОЛЛЕР	КОРПУС	MCLR	CLOCK	DATA	PGM	OSC1	Vss	Vdd
PIC12C5xx PIC12C671 PIC12C672 PIC12CE673 PIC12CE674 PIC12F629 PIC12F675	PDIP-8	4	6	7	–	2	8	1
PIC16F630 PIC16F676	PDIP-14	4	12	13	–	2	14	1
PIC1400	PDIP-28	14	11	12	–	–	20	9

Окончание табл. 17.2

МИКРО-КОНТРОЛЛЕР	КОРПУС	MCLR	CLOCK	DATA	PGM	OSC1	Vss	Vdd
PIC16F83 PIC16F84	PDIP-18	4	12	13	–	16	5	14
PIC16C625 PIC16F627 PIC16F628 PIC16F628A	PDIP-18	4	12	13	10	16	5	14
PIC16F870 PIC16F872 PIC16F873	PDIP-28	1	27	28	24	9	8,19	20
PIC16F871 PIC16F874 PIC16F876 PIC16F877	PDIP-40	1	39	40	36	13	12,31	11,32

Рисунок печатной платы программатора приведен на рис. 17.6, рисунок печатных плат адаптеров — на рис. 17.7. Схема расположения элементов на плате программатора показана на рис. 17.8.

В качестве управляющей программы используется свободно распространяемая программа IC-Prog. Одна из последних версий этой программы с русификатором находится на прилагаемом к книге компакт-диске.

Баширов Сергей Реанович
Баширов Антон Сергеевич

БЫТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА СВОИМИ РУКАМИ

Директор редакции *И.Е. Федосова*
Выпускающий редактор *В.А. Обручев*
Художественный редактор *Ю.В. Щербаков*
Технический редактор *Н.И. Тростянская*
Компьютерная верстка *А.И. Попов*
Корректор *Е В Наделяева*

ООО «Издательство «Эксмо»
127299, Москва, ул. Клары Цеткин, д. 18/5. Тел. 411-68-86, 956-39-21.
Home page: **www.eksmo.ru** E-mail: **info@eksmo.ru**

Подписано в печать 30.10.2007
Формат 70×100$^1/_{16}$. Гарнитура «FreeSet». Печать офсетная
Бумага тип. Усл. печ. л. 14,3
Тираж 3 000 экз. Заказ № 7459

Отпечатано в ОАО «ИПК «Ульяновский Дом печати»
432980, г. Ульяновск, ул. Гончарова, 14